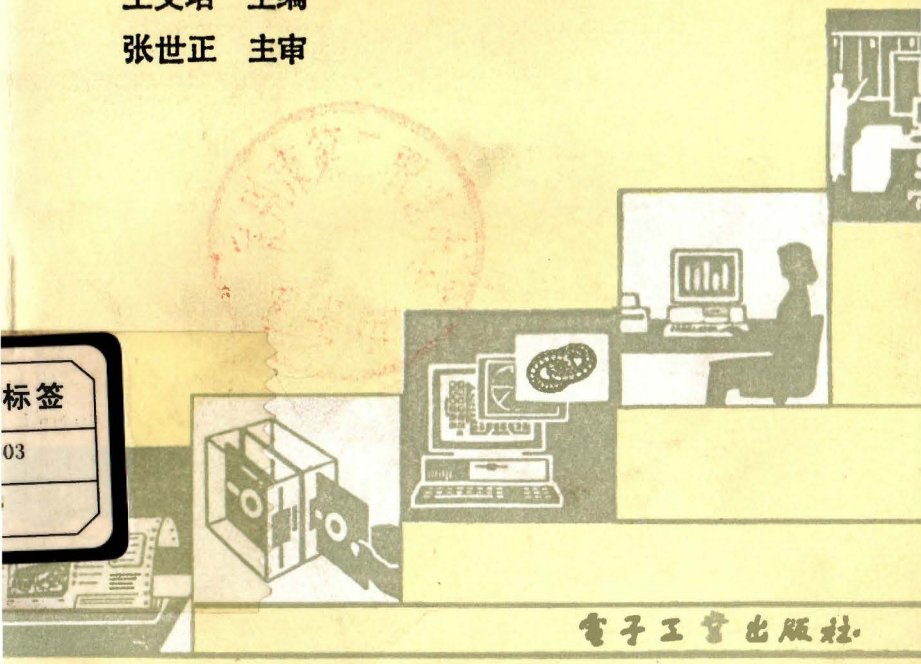
职业学校教材 （计算机技术专业）

微型计算机外设结构与维护

——软磁盘驱动器

王文培 主编

张世正 主审



标签
03

電子工業出版社

Retro Workshop
果粉工作室

微型计算机外设结构与维护

——软磁盘驱动器

王文培　主编
张世正　主审

定州市职教中心图书馆
定州市职教中心
Z0011836

[illegible]

（京）新登字055号

内 容 提 要

本书内容包括：软硬磁盘驱动器的一般知识，重点为常用软磁盘驱动器。主要内容有：5.25英寸软磁盘的结构及存储信息的基本原理；5.25英寸软磁盘驱动器的结构及电子线路；软磁盘驱动器的使用和保养；5.25英寸软磁盘驱动器的测试与调整。

本书注重职业教育的特点，突出基础知识和基本技能的训练，附有实验提纲。

本书为职业学校通用教材，也可作为有关培训班用书。

微型计算机外设结构与维护
——软磁盘驱动器
王文培 主编
张世正 主审
责任编辑 王惠民
电子工业出版社出版(北京市万寿路)
电子工业出版社发行 各地新华书店经售
北京市燕山联营印刷厂印刷
开本：787×1092毫米 1/32 印张：3.25字数：75.7千字
1990年10月 第1版 1994年9月 第7次印刷
印数：65500—85600册 定价：2.40元
ISBN7- 5053-1126-3/TP·186

出 版 说 明

根据1986年全国职业技术教育工作会议关于“职业技术教育管理职责暂行规定”的分工精神和国家教委的要求，为了满足职业高中、职业中专等职业学校的迅速发展对教材的需要，我部组织了职业学校电子类教材的编审与出版。通过全国部分省、市及参与编审工作的有实践经验的教师，从事电子技术工作的工程师，职业教育研究工作者的共同努力，已编审出版的教材深受职业学校师生的欢迎。我们在总结前段工作的基础上，为推进该层次的教材建设，成立了有北京、上海、天津、江苏、浙江、山东、辽宁、吉林、黑龙江、河北、河南、四川、新疆、甘肃共十四个省、市、自治区的教师和职教主管部门领导参加的职业学校电子类教材工作领导小组和编审委员会，制订了“实用电子技术”及“计算机技术”两个专业的参考性教学计划和1988～1990年教材出版规划。根据教学计划的需要，列入规划的教材共23种。

我们组织编写的这套教材，是以实用电子技术和计算机技术专业的教学计划为依据。为突出职业学校着重职业技能训练的特点，侧重于教材的实用性、科学性以及增强学生实验和操作技能训练的内容。为适应各地电子工业发展的需要，教材除注意基础知识外，也适当反映了电子专业的现代技术。另一方面，由于电子类专业分支多，教材编写还立足于宽口径，以方便不同专业选用。

编写职业学校教材是一个新课题，经验不足，希望全国电子类职业学校广大师生积极提出批评建议，共同为进一步提高教材质量而努力。

机械电子工业部电子类专业教材办公室

一九八八年十二月

职业学校电子类教材工作领导小组

组　长：姚志清　　（以下以姓氏笔划为序）
副组长：王世华　孙金兰　宫玉发　赵家鹏
组　员：于润发　王仲伦　王绍发　刘庆春　杨玉民
　　苏　丹　何肃波　李宏栋　张荫生　费爱伦
　　梁　义　葛玉刚　褚家蒙　翟汝直
秘书长：邓又强

职业学校电子类教材编审委员会

主任委员：　杨玉民　　（以下以姓氏笔划为序）
副主任委员：于润发　（兼实用电子技术编审组组长）
　　张荫生　（兼计算机技术编审组组长）
委　员：实用电子技术编审组
　　来岳舟　陈其纯　张晓明　（以上为副组长）
　　万相众　王条鑫　白春章　朱晓斌　沈大林
　　杨荫彪　袁是人　徐洪吉　崔玉春
　　计算机技术编审组
　　王道生　王　森　栾宏为　（以上为副组长）
　　马忠裔　刘永振　吕旭东　朱晋蜀　严振国
　　陈继国　李海田　郑子罕
秘　书：王昌喜　吴浩源

前　言

本教材系由机械电子工业部职业学校电子类教材编审委员会计算机技术编审组评审、推荐出版的，作为计算机技术专业软磁盘驱动器课程的教材。

该教材由上海市中等职业教育中心王文培副教授主编，上海市计算技术研究所助理研究员戴锷参编，上海师范大学计算中心主任张世正副教授主审，责任编委严振国。

本课程的参考教学时数为46学时。全书共五章，包括：软磁盘驱动器的结构及工作原理；软磁盘的使用与保养；软磁盘驱动器的故障判别和维护等。

本教材编写是以中等职业学校计算机技术专业的教学计划为依据，力求突出职业学校着重职业技能训练的特点，介绍原理深入浅出，边学知识，边动手实习。学习本课程后学生能了解软磁盘驱动器的结构和工作原理，能初步掌握软磁盘驱动器的使用、保养及故障排除和维护的技能。

由于编者理论水平有限，实践经验不足，书中难免会有不妥或错误之处，恳切希望使用本教材的广大教师和同学批评指正。

编　者

1989．12

Retro Workshop
果粉工作室

目　录

第一章　磁盘驱动器简介 …… 1
第二章　软磁盘 …… 6
第一节　软磁盘的结构 …… 6
第二节　软磁盘存储信息的基本原理 …… 10
一、数字磁记录的写入和读出 …… 11
二、数字磁记录的几种不同方式 …… 14
第三节　软磁盘的数据记录格式 …… 16
第三章　软磁盘驱动器的结构 …… 23
第一节　软磁盘驱动器的组成和技术指标 …… 23
第二节　软磁盘驱动器的机械结构 …… 30
一、盘片驱动定位机构 …… 30
二、磁头驱动定位机构 …… 33
第三节　软磁盘驱动器的电子线路 …… 38
一、写入电路 …… 38
二、读出电路 …… 44
三、步进电机控制电路 …… 53
四、直流电机伺服电路 …… 55
第四章　软磁盘驱动器的使用和保养 …… 59
第一节　软磁盘驱动器的使用 …… 59
第二节　软磁盘的保养 …… 60
第三节　软磁盘驱动器的日常保养 …… 63

第五章　软磁盘驱动器的调整与维修 ……70
第一节　软磁盘驱动器的测试与调整 ……71
一、磁盘互换性的测试和调整 ……71
二、驱动电机的转速测试和调整 ……76
第二节　软磁盘驱动器的故障检测 …… 79
一、故障现象 ……80
二、故障查寻和排除 ……81
第三节　故障判别 ……87
附录　实习 ……91
实习一　使用和保养 ……91
实习二　驱动器的结构 ……92
实习三　测试和调整 ……93
实习四　故障检测和修理 ……94

Retro Workshop
怀旧工作室

第一章 磁盘驱动器简介

计算机的内存储器是用来存放程序和数据的。然而，这种内存储器的容量一般都是很有限的，信息多了就会存放不下；另一方面，计算机一旦关机或者电源意外中断（通常统称为"掉电"）后，存放在内存储器里的程序和数据便为消失殆尽，下一次开机后必须重新进行输入。内存储器的这种特点往往限制了计算机功能的发挥，并给使用者带来了许多不便。因此，现在的许多计算机系统往往都带有外存储器。目前使用的计算机外存储器几乎都是应用磁性原理来存储信息的，如磁鼓、磁带和磁盘等。

目前，在微型计算机上使用最普遍、效率较高的外存储器是磁盘，它们体积小、成本低、存取速度快。磁盘是存储信息的介质，它们必须装在磁盘驱动器里才能使用，磁盘驱动器也叫作磁盘机。磁盘驱动器应用磁性原理将信息记录在磁盘表面的磁性涂层上，需要时由软盘驱动器将磁盘上记录的信息读取出来。磁盘驱动器记录和读取信息的过程和原理同磁带录音机在磁带上录放语言和音乐信号非常类似。它们之间的区别是，磁盘上存储的是数字信号，而录音磁带则记录音频信号；此外磁盘是圆的，与磁带的形状迥然不同，两者的运转方式也不一样。在某些供中小学生学习或家庭使用的普及型电脑上，也有使用普通录音机和盒式磁带来代替价格较高的驱动器和磁盘作为外存储器的，但是它们的性能和

效率则要差一些。

磁盘必须装在驱动器上才能使用。磁盘驱动器的功能是带动磁盘旋转，读出记录在磁盘上的数字信号，或者在磁盘上写入新的信号。磁盘及磁盘驱动器按结构、原理和性能一般可以分成三种主要类型：

(1) 硬磁盘　这种磁盘的质地比较坚硬，上面涂以磁性材料层。硬磁盘的数据容量通常为几兆字节至几十兆字节。硬磁盘装在硬盘驱动器里使用，多数硬磁盘驱动器里的盘片是允许拆卸更换的。硬盘驱动器也叫作硬盘机。

硬磁盘的数据读写速度较高。

(2) 温氏磁盘　温氏磁盘的全称是温切斯特(Winchester)磁盘，它是一种采用特殊技术和原理制造的硬磁盘，体积较小，存储容量可以提高6至10倍。温氏磁盘对空气洁净度的要求极高，因此温氏磁盘驱动器里装有密封罩和空气过滤器，而且在生产时必须在专门的空气除尘净化室里进行装配。由于这个特点，温氏磁盘驱动器里的盘片是不能取出更换的，在使用中也禁止将其密封拆开，严防烟雾尘埃侵入。

温氏磁盘的数据存取速度也是比较快的。

目前微型计算机中广泛采用温氏磁盘驱动器。在微型计算机中所指的硬盘机，即为温式磁盘驱动器。

(3) 软磁盘　软磁盘和软盘驱动器的使用最为普遍。目前，大多数微型计算机都带有一台或两台软盘驱动器。软磁盘的盘片价格低廉，使用和携带方便。这种盘片封装在特别的保护套里，可以随意地插入软盘驱动器或取出，更换容易。微型计算机使用的大多数系统软件、应用软件和用户自编的

程序都以磁盘文件的形式存放在软盘的盘片里，在启动系统或者需要使用的时候调入计算机的内存储器，运行结束或程序暂停时也可以再调入别的文件。因此，同一部分内存储器可以反复使用，利用率较高，同时也增强了解题能力。把软件程序存放在软盘盘片里可为众多的计算机用户共享它们的功能提供了可能。微型计算机的内存储器容量都不大，例如比较常见的Apple Ⅱ型微型计算机的内存储器容量为48K或64KB（B—Byte字节），而一张该种微型计算机使用的5.25英寸单面双密度软盘片，虽说属容量较小的软盘，其存储量也可超过100KB，而且一台微型计算机允许装接多台软磁盘驱动器。因此，有了软磁盘驱动器后，微型计算机的存储容量得到很大程度的扩展，可以存放更多的数据信息，解题的规模也得到了扩大。

软磁盘的存取速度虽低于硬磁盘和温氏磁盘，但是它们具有盘片可更换互用的特点，易于运行外来的软件，为温氏磁盘所不及，因此不同价格不同型号的微型计算机，有带温氏磁盘也有不带的，但是它们都有软磁盘驱动器。

软磁盘驱动器的历史并不很长，但是它的发展却非常迅速。最早出现的软磁盘驱动器是BD103，系美国于1960年所制成的。1972年9月，IBM公司研制成功了第一台8英寸单面单密度的软磁盘驱动器，1976年Shugart公司开发了5.25英寸的软磁盘驱动器。从此以后，各国的公司和厂商纷纷生产了许多形形色色的软磁盘驱动器，使用的大多数是属于这两种尺寸的软磁盘，有浮动式磁头和固定式磁头的，扇区划分和索引孔位置也不一样。因此，虽然是同一种尺寸的软磁盘，在不同厂商生产的软磁盘驱动器也常常不能兼容。随着电子计

算机的应用日益广泛，技术不断进步，软磁盘及驱动器的制造技术也相应获得迅速发展，性能得到较大改进，并且提出了盘片互相兼容的要求，逐渐走向标准化、小型化、薄型化和高密度化。早期的软盘驱动器的体积在整个计算机系统中占有很大的比重，后来先后出现的小型和薄型驱动器体积越来越小巧，非常紧凑，磁盘的两面都能存储信息，信息密度不断提高。如今作为商品的3.5英寸双面高密度软磁盘及驱动器早已相当普及，它们每片软磁盘的容量已超过IMB。现在，更小型的3英寸和2.5英寸的软磁盘及驱动器也相继研制成功，体积更小，信息密度更高。同时，大多数的软磁盘及驱动器的产品都接受IBM的技术规格作为标准，便于各种牌号软磁盘只要尺寸相同，在任何厂商生产的驱动器上能够兼容使用。

我国研制软磁盘驱动器的工作是从1976年开始进行的，到1979年，就用国产元器件和材料制成了第一台与IBM公司产品兼容的软盘驱动器。

完整的软磁盘系统是由三个部分组成的，就是软盘片、驱动器和控制器。软盘片是储存信息的载体，也叫做介质。驱动器是实现对软磁盘读／写，即拾取／记录信息及其他操作命令的设备。控制器根据计算机的命令控制驱动器的动作，并在主机和驱动器之间实现数据和信号的传输；控制通常是由一块大规模集成电路和一些辅助电路组成的，往往是属于计算机的一部分，常叫做接口板或适配器。与其他各种磁盘及驱动器相比，软磁盘及其驱动器概括起来具有下列特点：

(1) 性能价格比高　外部设备的价格往往占整个计算机

系统的主要部分。然而，软磁盘驱动器往往只占微型计算机系统价格的很小一部分。软磁盘驱动器非常便宜，售价往往只有一般小型硬磁盘机的七分之一左右，但是它们在性能上基本满足了微型机系统对外存储器的要求，体积小巧紧凑，工作稳定可靠。因此，微型计算机系统一般都首先选择软磁盘驱动器作为外存储设备。

（2）用途广泛　软磁盘系统除了经常用作微型计算机的外存储器外，还可以作为其他系统的输入输出设备。例如，软磁盘系统与微处理器结合起来可以构成高性能的智能终端。

（3）使用方便　软磁盘系统对工作环境并无很高的特殊要求，可以在普通的实验室、办公室、生产车间甚行驶中的车辆和航行中的船舶等场所使用。软盘片更换容易，驱动器操作简便。磁盘外面是有防尘和保护作用的封套，运输和存放都很方便，不会造成损坏。

当然，由于种种原因，软磁盘系统也有它的不足之处。由于在工作时读/写磁头和盘片是相互接触的，因此盘片转动的速度受到限制，数据传输率不可能很高，比硬磁盘系统要低得多。磁头和盘片工作时接触摩擦的另一个要害是会使磁盘表面磁性层磨损，影响使用，产生磁性尘粒，造成不良后果。

本教材仅介绍5.25英寸软盘驱动器的有关知识。

第二章 软 磁 盘

软磁盘常被叫作软盘片，是软磁盘系统中用来存储信息的记录媒体。商品软磁盘有许多不同的规格型号，它们的尺寸和信息容量各不相同，结构也略有差异，然而它们存储信息的基本原理则是一样的。软磁盘上的数据信息是以特定的格式记录下来，因此计算机也是以这种特定的格式去读取这种信息的。不同类型的微型计算机或不同的操作系统使用的记录格式也是各不相同的。

本章所介绍的软磁盘如无外加说明均为5.25英寸软磁盘。

第一节 软磁盘的结构

软磁盘以一张厚度为0.05～0.06mm的圆形聚脂薄膜作为基片，在基片的一面或两面涂敷厚为0.003mm左右的磁性材料层，作为计算机的信息载体。软磁盘顾名思义其质地是柔软的，但是它的外面有一个方形的硬质塑料封套，盘片可以在封套里面自由转动。这个硬质封套可以使整个磁盘比较坚挺，便于收藏和使用同时免受损伤，并能防止尘埃和异物侵入。软磁盘在不使用时，应插在纸袋内妥善存放。

有的软磁盘只能一面记录信息，叫作单面软磁盘；两面都能记录信息的叫作双面软磁盘。两种软磁盘使用不同的驱

动器，分别叫作单面驱动器和双面驱动器。在单面软盘驱动器里使用双面软磁盘时，只能在其中的一面记录或读取信息；反之，单面软磁盘插入双面软盘驱动器时，也仍然只能使用其涂有磁性材料层的一面。因此，为了充分利用软磁盘或驱动器的功能，最好在不同的驱动器上使用合适的盘片。目前广泛使用的是双面软磁盘和双面软盘驱动器。

软磁盘的表面被划分成看不见的一条条同心圆，称为磁道；每条磁道又分成若干段，称为扇区。数据信息就是以特定的格式记录在各扇区里。根据磁盘径向单位长度所含磁道数目和扇区里单位弧长含有信息位个数的多少，软磁盘又可分为单密度、双密度（又称倍密度）以及高密度几种规格。不同记录密度的软磁盘宜在相应的驱动器上使用。然而，密度较高的软磁盘放到密度较低的驱动器里虽然也能使用，但是只能当作相应的密度较低的盘片了。

图2-1 和 2-2 分别是软磁盘的外形、结构及各部分的名称。

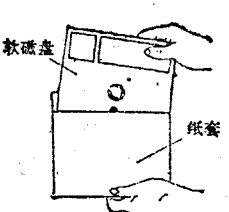


图 2-1　软磁盘和纸套

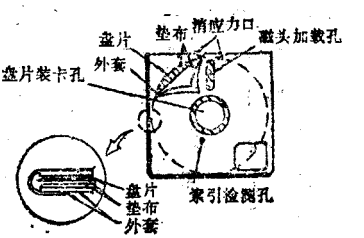


图 2-2　软磁盘的结构

下面介绍软磁盘的结构和作用。

1。盘片　透过磁盘外面塑料封套上的一些开口，可以看到其中的盘片是一张有光泽的灰色圆形薄膜片。这层灰色物质就是磁性物质，一般都用铁磁性金属的氧化物，如γ-Fe_2O_3等。质量好的磁盘要求这层磁性物质附着牢固，磁化强度大且持久。盘片上开有两个孔，分别叫盘片装卡孔和索引检测孔。

（1）盘片装卡孔　在圆形盘片中央开有一个圆形大孔。磁盘使用时，驱动器上的夹持装置通过这个圆孔夹紧盘片并带动它在封套里转动，因此叫作盘片装卡孔。为了增加强度，延长使用寿命，盘片装卡孔的内缘往往有一圈加固护环。

（2）索引检测孔　因为磁道是一圈圈连续的同心圆环，因此在盘片的一定部位开了一个小圆孔，用来指示扇区的起始位置。

2。塑料封套

塑料封套是具有相当硬度的塑料物质和内层衬垫物制成，其总厚度不能超过2mm。大多数的塑料封套是黑色的。衬垫物是两层纤维质的无纺布，盘片就夹在它们的中间。无纺布衬垫经过去静电处理，防止盘片在它们中间转动时因摩擦产生静电，以免干扰信号的读出以及严重时阻滞盘片自由转动的弊病。盘片和驱动器的读/写磁头长期摩擦会产生粉末微粒，这两层衬垫也能将它们擦去，可以减少磁盘的读写出错机会。

（1）标签　封套上贴有标签。购来的新软磁盘上有一个制造厂用来标明牌号、商标、规格、型号和产品批号的标

签，这种标签一般是不容易揭下或者根本无法揭下，所以叫作永久标签。另一种标签是供用户书写磁盘内容、用途、版本、生成或更改日期等信息之用，称为用户标签。空白的用户标签通常随软磁盘一起供给买主，用户书写后贴在封套上。用户标签容易贴上揭下，因此又称临时标签。

(2) 中心定位孔　塑料封套正中有一个较大的圆孔，驱动器的磁盘夹紧机构通过这个孔才能卡住盘片中心的装卡孔。

(3) 读写孔　塑料封套还开有一个较大的圆柱形状的孔，对于双面软磁盘来说，封套的两面都有形状完全一样的两个孔，位置上下吻合。驱动器里的读/写磁头必须通过这两个孔才能与暴露出来的磁盘表面直接接触，读取或写入信息。

(4) 索引孔　为了使盘片上的索引检测孔暴露出来，塑料封套的上下两面相应半径的同一部位也各开有一个小圆孔。每当盘片上的索引检测孔因盘片转动与塑料封套上下两个小孔重合时，驱动器里的光电索引检测装置就检测到一个光电信号，称为索引信号，给磁盘上的扇区定位。

(5) 写保护缺口　磁盘上保存着的磁化的数字信号，尽管人们肉眼无法看见这些信号，但是无论读取多少次，这些信息是不会消失的。这种现象同录音磁带可以反复放音许多次，上面的声音信号也始终存在一样。

然而，在向软磁盘记录信息或执行其他写入操作时，就有可能挤占或破坏掉盘上原先储存着的信息。一些非常重要或由于其他原因必须保留的信息应该加以保护，以免因磁盘写入操作而遭破坏。

磁盘的塑料封套往往在侧缘开一个小的方形缺口，这就是写保护缺口，或者叫防写缺口。软磁盘的写保护缺口开在靠近用户标签的侧缘上。

软磁盘的写保护缺口允许对盘片写入信息，如果盘片上的信息需要保护，可以用封口胶纸将缺口封住，于是该盘片就只能被读去信息，再也不能写入了。因此，软磁盘的写保护缺口可以称为"可写"缺口。一些重要的商品软件，如系统主盘等，常常将缺口封死，甚至根本没有开过缺口，上面记录的信息绝对安全，决不会因误操作而破坏。我们可以对比一下普通的盒式录音磁带，带壳下缘的两端附近各有一个凹陷，如果把它上面的盖片凿去，磁带就只能放音而不能录音了。两者原理相似，但情况正好相反（8英寸软磁盘的写保护情况和5.25英寸软磁盘也相反，称为"禁写"缺口，如果需要向盘片写入信息，则必须将这个缺口封住）。

（6）消应力缺口　虽然软磁盘外面有硬质塑料封套，但是由于封套上开了一些面积较大的孔，一旦软盘突然受到外力的弯折，应力容易集中在这些孔上引起损伤。中心定位孔面积虽大，但是位置正中而且形状对称因而受力均匀。然而，读写孔不仅面积大，而且靠近封套边缘，因此在靠近读写孔的封套边缘上对称地开了两个较小的缺口，可以有效地分散减小磁头读写孔附近的应力，起到保护作用。因此，这两个小缺口称为消应力缺口。

第二节　软磁盘存储信息的基本原理

软磁盘以聚脂薄膜为基片，在其表面涂有铁磁金属氧化

物材料，通常是 γ-Fe_2O_3。盘片上这层磁性材料的性能和附着力是衡量磁盘质量的重要指标。前者是要求容易写入信息，即以足够小的驱动电流产生足够大的磁化信号，并且要求信号抹除了残留信号的强度越小越好，以免对后来记录的信号产生干扰；而后则要求磁粉涂层牢固，不易脱落，以免信息受到破坏。

磁记录技术早在1898年就已经发明，长期以来都是用来记录声音和其他模拟信号。到了1947年，这门技术开始用来记录数字信息。近年来电子计算机的飞速发展，提出了对大容量外存储器的需求，进一步推动了磁记录技术的发展。

一、数字磁记录的写入和读出

数字磁记录分为写入和读出两个过程（图 2-3）。软磁盘插入驱动器后，随着驱动器门的关闭，锥形的压紧轮落下夹住软磁盘中心的装卡孔。在这种状态下，驱动器一旦

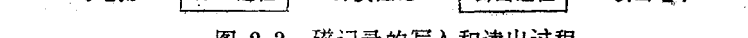


图 2-3　磁记录的写入和读出过程

接收到读写操作指令时，就通过控制电路和伺服机构执行，读/写磁头落下接触盘片表面的磁性材料涂层，同时电机通电驱动压紧轮带动盘片旋转，通过磁头小车和光电索引检测装置寻找所需的磁道和扇区位置执行读/写操作。驱动器的面板上装有一个工作指示灯，一般都是红色的，当驱动器在执行操作时，这个指示灯就会发光，表示驱动器正在工作。

驱动器磁头有一个高导磁率和软磁材料制成的铁芯，铁芯前端开有一条窄缝，叫作前隙。铁芯上绕有读线圈和写线

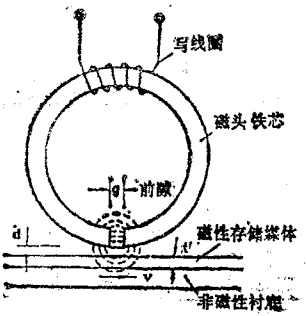
圈，也可以由同一组线圈通过电路切换兼有读和写两种功能。有时读线圈和写线圈分别绕在两个铁芯上，这样读和写的功能分别由两个磁头来执行。

驱动器执行写操作时，磁头开始接触盘片表面，同时一个带有微动开关的机械装置首先检测封套上的写保护缺口是否被封住，如果检测到磁盘是"禁写"的，它随即闭锁执行写操作的电路，防止写电流输入到磁头读/写线圈，这样就达到了保护磁盘上现有的信息不受破坏的目的；反之，检测到磁盘不是"禁写"的，有关电路就能通过磁头写入新的信息。

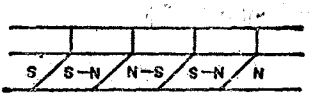
图2-4是写入过程示意图。写磁头接触盘片表面的磁性材料层后，通入写线圈的写电流就在铁芯的前隙处产生一个较强但很窄的边缘磁场，这个磁场在磁性材料涂层上产生一个很小的局部磁化区。当写磁头离开这个位置后，产生的局部磁化区将一直保持着，它的磁化极性取决于流经写线圈的电流方向。由于写电流可以有两种不同的方向，因此局部磁化区也可能有两种不同的极性，可以分别表示两种信号"0"和"1"。

在写入过程中，磁头可以在控制下作径向移动，以选择不同的磁道；同时盘片在封套里又以每分钟300转的速度旋转，以便磁头在所需的扇区位置写入信息，于是磁道上产生了一连串的局部磁化区。前隙的宽度决定了局部磁化区的宽度，也就决定了信息的记录密度。

读出是写入的逆向过程(图2-5)。读磁头也是绕有线圈的铁心，开有气隙，许多驱动器读和写合用一个磁头。盘片表面磁性材料层上的磁化信号在盘片转动时被与它接触的磁



(a)写磁头和磁性存储媒体
g——前隙；d——磁头与媒体的间隙；
t——媒体的厚度；v——媒体运动速度。

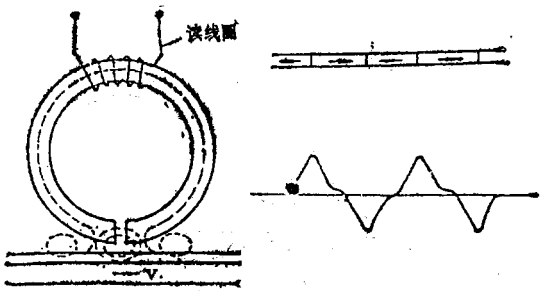


(b) 磁道的磁化状态

图 2-4 写入过程示意图

头所拾取，读线圈里感应产生出脉冲信号电平。换句话说，盘片上记录的磁化信号重新转换成电信号。

数字磁记录属饱和磁记录，只需记录下两种不同信号的极性，没有磁化强度的区别，因此不必象记录声音信号那样需要考虑非线性失真问题，所以容易保证达到很低的误码率。对于软磁盘来说，误码率通常能达到10^{-7}以下。



(a) 读磁头和磁性存储媒体
(b) 磁道上的磁化状态
(c) 读出电势脉冲

图2-5 磁记录的读出过程

二、数字磁记录的几种不同方式

如何利用不同的磁化极性翻转及其组合来表示组成计算机信息的二进制代码，可以有许多种不同的方法，这就是所谓数字磁记录的方式。例如，在图2-6中，对于一组8位二进制信息10001101，列举了8种不同的记录方式。其中最简单的一种方式是用一种方向的磁化极性表示二进制"0"，另一种方向的磁化极性表示"1"，见图2-6的第三种波形图。这种方式叫作不归零制记录方式（NRZ）。

为了提高磁盘的记录密度，增加存储容量，除了改善磁头和磁盘的质量外，选择一种性能优良的磁记录方式也很重要。对于相同质量的磁盘和磁头，不同的磁记录方式的记录密度差别很大。在同样能表示二进制代码的前提下，如果极性翻转次数最少，且不易产生误码，那末记录密度就可提高

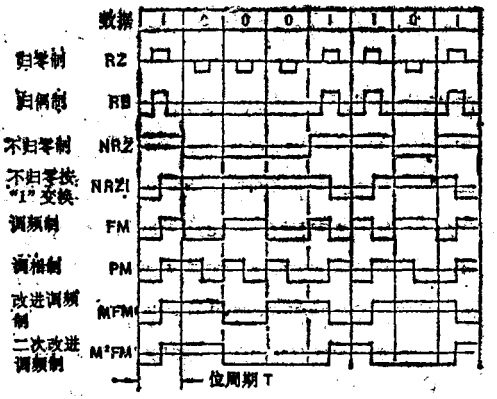


图 2-6 各种记录方式的波形图

了。目前在软磁盘系统里使用比较普遍的是调频制(FM)和改进调频制两种记录方式。

调频制(FM)记录方式的规则是，对于信号"1"，在该位元的中点位置处磁化极性翻转一次；对于信号"0"，其位元的中点处不要翻转，而每个位元之间极性都必须翻转一次。单密度的软磁盘驱动器常常采用这种方式。

改进调频制（MFM）记录方式又叫延迟调制方式。对于信号"1"，在位元的中点磁化极性翻转一次，而信号"0"的位元中点不发生翻转。对于连续出现的信号"0"，每两个位元"0"之间都得翻转一次。双密度的软磁盘驱动器常采用MFM方式。

常用的数字磁记录方式有十多种，研究它们的调制规律不无益处。然而，对多数普通用户来说，详细了解所使用的微机系统里软磁盘究竟采用何种编码调制方式并无必要。

第三节　软磁盘的数据记录格式

同计算机的内存储器一样，作为计算机外存储器的软磁盘在存取信息时也必须提供数据所在的地址。磁盘上数据的地址具有唯一性、确定性。每个地址是由三个参数，磁面(side)、磁道(track)和扇区(sector)唯一决定的。单面软磁盘只有一个磁面，称为0磁面；双面软磁盘的两个磁面分别称为0磁面和1磁面。每个磁面又分为若干个称为磁道的互不连通的同心圆，磁道与唱片的音槽不同，磁道肉眼看不见，唱片音槽是首尾相连的螺旋线。5.25英寸的软磁盘一般可分为35～43个磁道，8英寸的软磁盘则分成70～77个磁道。每条磁道又分成若干个扇区，每个扇又可容纳若干个字节。每面的磁道数、每磁道的扇区数及每扇区的字节数的多少因微机类型、软磁盘记录密度、扇区的大小和所用的操作系统而各有不同。

软磁盘的表面连续光滑，磁粉涂布均匀，本来是没有什么磁道和扇区之类的，尤其是磁道是一圈圈首尾相连的圆周，难以确定各扇区的位置。因此软磁盘上常开有一些小孔，用来指明扇区的位置。5.25英寸软磁盘的盘片和封套两面相应位置各有一个索引小孔，当软磁盘在转动中小孔经过封套上孔的位置时，就被光电索引机构所检测到，这就是磁道上扇区的起始位置。磁道上扇区的划分曾有两种方法。一种叫做硬扇区划分，如图2-7所示，盘片上除了索引孔外，还有若干个扇区孔，指明各扇区的位置。而软扇区划分的盘片上只有一个索引孔，由它指定第一个扇区的位置，其

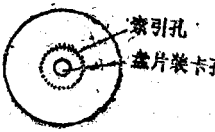


图 2-7 硬扇区盘片

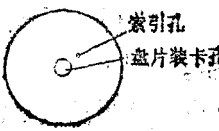


图 2-8 软扇区盘片

余各扇区的个数及位置根据不同操作系统规定的磁盘记录格式由驱动器进行划分。因此软扇区的软磁盘的优点是比较灵活，适用多种不同的情况，使用范围更广泛。现在软磁盘和驱动器都采用软扇区划分。以双面双密度的$5\frac{1}{4}$英寸软磁盘为例，其磁道密度为每英寸（25.4毫米）48道，各磁道的半径为：

$$Y_n = R - \frac{25.4n}{48} = R - 0.529n(mm)$$

其中：n为磁道号，第1条磁道为0磁道，因此0磁道的半径为R。对于0面，R为57.151mm；对于1面，R为55.034mm。0面的每一个磁道半径大于1面的相同号码的磁道的半径，正好相差4个磁道的位置。

上面说过，不同的微型机系统及不同的磁盘操作系统使用的数据记录格式是不一样的。对于同一规格的软磁盘在这些不同条件下使用时，都以具体的某一种记录格式来存放这些数据和相应的辅助信息。同样，计算机及操作系统通过磁盘驱动器也是以相同的记录格式作为约定来读取这些信息。

为了具体说明盘片上究竟是怎样存放信息的，不妨以Apple Ⅱ的DOS3.3操作系统使用的软盘数据记录格式作为例子，来说明软磁盘的盘片是怎样划分的，各部分存放的信息各表示什么意义。至于其他形形色色的软磁盘记录格式，其原理都有些相似的。

Apple Ⅱ使用单面双密度5.25英寸软磁盘。DOS 3.3操作系统将这个磁面划分为35条磁道，按十六进制编号为磁道00～22；每条磁道又分成16个扇区，也按十六进制编号，分别为0～F；每个扇区的长度是256字节，编号为十六进制000～100。因此，一张5.25英寸的单面双密度软磁盘在DOS 3.3系统下的存储容量为143360字节，笼统地说，就是143KB。

由于这种记录格式专门设立了索引扇区，因此Apple Ⅱ不需检测盘片上开着的索引孔。换句话说，盘片上的索引孔在Apple Ⅱ微机上是不起作用的。

关于信息的存储过程，操作系统首先将需要存储的信息前256个字节暂存到内存中一个长度256字节的缓冲区里，然后再把它们转送到软磁盘的一个扇区里。接着，继续把第二个256字节信息暂存到同一个缓冲区里，再转存到磁盘另一个扇区里。依次类推，直到所有的信息全部存入扇区为止。由于磁盘在使用中不时地存入新的信息，删除不再需要的信息，可用的空闲扇区往往并不连成一片，因此新存入的信息未必都能存入连续的扇区里。操作系统必须在按上述方式存储信息的同时，造出一个磁道／扇区的表，指明这一组信息（一般称为“文件”）被分别存放在哪些扇区里。当一个文件比较长时，它的磁道／扇区表也比较长，以致会占用一个以上的扇区。下面是一个磁道／扇区表的第一个扇区各字节的

安排：

字 节	内 容
00	未用
01	本磁道／扇区表的下一个磁道号
02	本磁道／扇区表的下一个扇区号
03～04	未用
05～06	扇区组数(122个扇区为一组)
07～0B	未用
0C	文件第1个扇区的磁道号
0D	文件第1个扇区的扇区号
0E	文件第2个扇区的磁道号
0F	文件第2个扇区的扇区号
⋮	⋮
FE	文件第122个扇区的磁道号
FF	文件第122个扇区的扇区号

字节01和02分别指明了本磁道／扇区表的下一个扇区所在的位置，它们称为链接信息。有了链接信息，散处于各个不连在一起的扇区的整个磁道／扇区表得以连接了起来。从0C到FF总共244个字节依次存放本文件前122个扇区的位置信息。122个扇区构成一个扇区组。

软磁盘存放了文件以后，操作系统便在11磁道里造一个磁盘文件目录表。对于每一张Apple Ⅱ DOS3.3系统的软磁盘，文件目录表固定地安排在11磁道。这个目录表最多可占据该磁道的15个扇区，次序为0F到01，由大到小。下面是第一个扇区，即0F扇区的各字节安排：

字节	内 容
00	未用
01	目录表的下一个磁道号
02	目录表的下一个扇区号
03～0A	未用
0B～2D	文件1的目录项

2E～50	文件2的目录项
51～73	文件3的目录项
74～96	文件4的目录项
97～B9	文件5的目录项
BA～DC	文件6的目录项
DD～FF	文件7的目录项

字节01和02是文件目录表的链接信息。整片磁盘只有一个目录表，字节01的值固定为11。目录表的扇区由大到小依次安排，因此实际上字节02也不必指定下一个扇区号。然而字节02的值倘若为0，则意味着扇区的链接到此为止。后面的字节0B～FF，共有F5（合十进制245）个字节，用来存放七个文件的目录项，每个占用23（合十进制35）个字节。磁道11中扇区1～F共十进制15个扇区，最多可存放69（合十进制105）个文件的目录项。

下面是一个目录项中23个字节的信息安排：

相对字节	内　　容
00	本文件的磁道／扇区表所在的磁道号
01	本文件的磁道／扇区表所在的扇区号
02	文件类型
03～20	文件名字
21～22	文件占用扇区数

这些字节记载了文件的长度、类型和名字，通过字节00和01的磁道／扇区表位置信息也间接地指明了文件所在位置。字节02是文件类型项，具体各位元意义如下：

位	类型或内容	目录标志
0	文本文件	T
1	整型BASIC文件	I
2	Applesoft BASIC文件	A
3	二进制文件	B
4～6	备用	
7	写保护位	

磁道11的扇区1～F已用于文件目录表，余下的扇区0存放一些重要参数以反映磁盘上所有扇区的占用或空闲状态的信息。具体各位分配如下，其中未说明内容的字节未被使用。

字节	内容
1	文件目录表第一个磁道号(11)
2	文件目录表第一个扇区号(0F)
3	DOS发行号
6	盘片的卷号(默认值FE)
27	扇区组的扇区个数(7A)
30～33	磁道映象图标志(FFFF0000)
34	每片磁盘的磁道数(23)
35	每条磁道的扇区数(10)
36～37	每个扇区的字节数(0100)
38～3B	磁道0的扇区映象图
3C～3F	磁道1的扇区映象图
40～43	磁道2的扇区映象图
⋮	⋮
C0～C3	磁道22的扇区映象图

磁道映象图指明该磁道上16个扇区的每一个已被占用还是空闲的。每个磁道映象图各占4个字节，暂时只用前2个字节：第2个字节的各位分别表示扇区0～7，第1个字节则表示扇区8～F；位值为1表示相应的扇区是空闲的，0表示正被占用。例如，假定磁道11扇区0的字节80～83当前的值为03CF0000，即

	第1字节	第2字节
位置	00000011	11001111
扇区	FEDCBA98	76543210

字节80～83为磁道12的映象图，表示磁道12的扇区0～3和6～9是空闲的，而扇区4，5以及A～F正被占用。

除磁道11为文件目录表外，磁道00～02为操作系统所保留，余下编号03～10和12～22共十进制31个磁道，即496个扇区全部提供用户。存储信息时操作系统按下列顺序分配磁盘空间：先使用磁道12～22，然后是磁道10～03；在每个磁道里首先使用扇区F，最后是扇区0。

第三章　软磁盘驱动器的结构

本章介绍软磁盘驱动器的结构和原理，以及衡量软磁盘驱动器性能的技术指标。

第一节　软磁盘驱动器的组成和技术指标

软磁盘驱动器是结构相当复杂的机电一体化设备，它在软磁盘控制器的控制下进行工作，完成磁头对磁盘的寻道、磁头加载、数据读写、主轴电机和小车步进电机的转停控制等操作。软磁盘驱动器各部分的结构见图3-1。

软磁盘插进驱动器，关上驱动器门后，磁盘驱动及定位机构迅速又准确地把它定位于主轴的中心位置。在读写信号的控制下，主轴带动软磁盘以每分钟300转的速度均匀地旋转。驱动器的读写磁头本身并不作任何转动。磁头寻找磁道的径向运动是由磁头驱动及定位机构实现的。磁头安装在一个称为小车的部件上，控制信号驱动步进电机转动一个所需的角度，从而带动小车沿径向直线移动，定位在所需的磁道上。光电定位系统检测盘片上的索引孔，确定磁道的初始扇区位置，然后据此在指定的扇区存取信息。

磁头是软磁盘驱动器读写信息的关键部件，主要包括读/写磁头和抹除磁头两部分。目前的产品中这两种磁头多

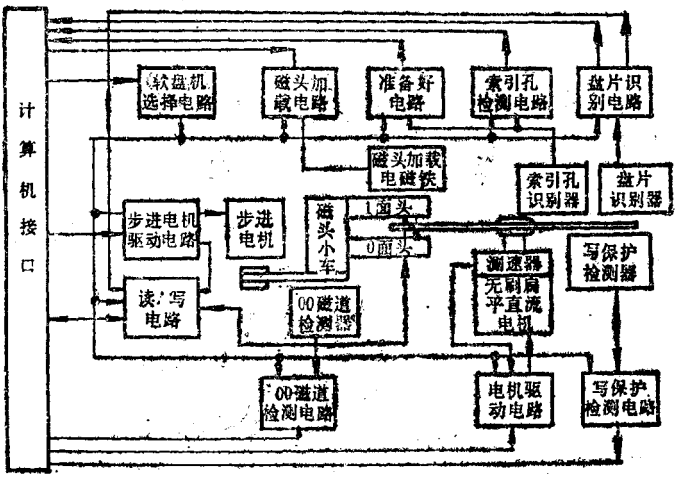
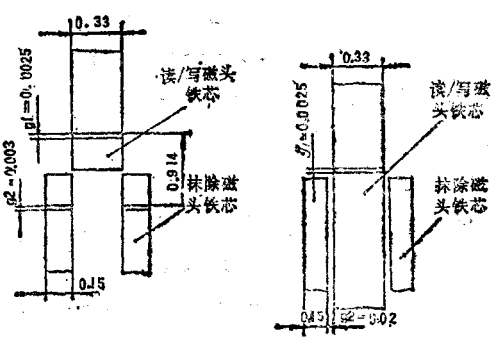


图 3-1　软盘驱动器的结构

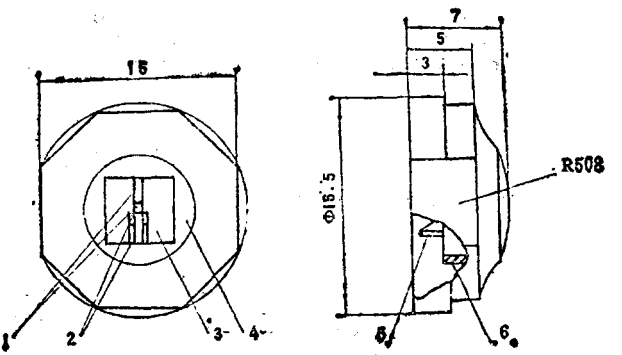
合在一起。根据抹除磁头的结构，磁头铁芯可以分成隧道式和跨立式两种，如图3-2所示。磁头在脉冲电流的作用下，



(a) 隧道式　　(b) 跨立式

图 3-2　磁头铁芯的结构

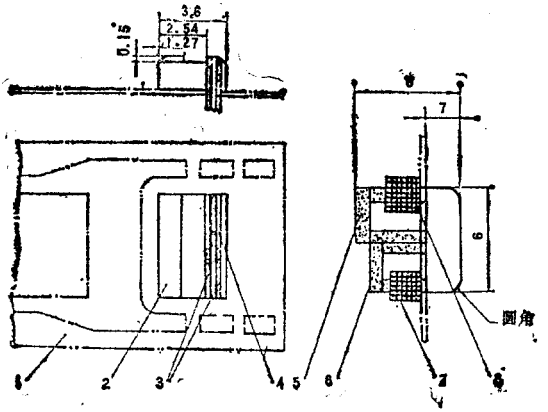
将二进制信号0和1转换成磁盘表面两种不同极性的磁化单元。反之，磁盘表面记录的磁化单元，也能被磁头按其不同的极性还原成二进制信号。因此，磁头对于驱动器来说特别重要，其质量的优率直接影响到整个驱动器出错率的高低。软盘驱动器能否正常工作，也有赖于磁头和盘片之间的良好接触。磁头选择良好的表面形状是至关紧要的。单面盘驱动器磁头的工作表面是半径50.8mm的球面(图3-3)；在双面盘驱动器里，盘片两面都有磁头，因此它们的工作表面都磨成平面（图3-4）。此外，磁头表面的光洁度也十分重要，加工光洁度不高的磁头容易划伤盘片。



1. 读/写磁头铁芯；2. 抹除磁头铁芯；3. 陶瓷；
4. 外壳；5. 接线端；6. 屏蔽罩。

图 3-3 球面形磁头

软磁盘控制器是一些电子线路，它是计算机同软磁盘驱动器之间的接口，接受计算机的操作命令，然后向驱动器发出信号控制读写操作和数据记录格式。控制器通常属于计算机的一部分，往往也叫作磁盘接口板或适配器，多数由大规



1. 弹簧片；2. 陶瓷；3. 抹除磁头铁芯；
4. 读/写磁头铁芯；5. 读/写磁头后铁芯；
6. 抹磁头后铁芯；7. 抹除线圈；8. 读/写线圈

图 3-4 平面形磁头

模集成电路芯片组成，如WD公司的FD1771、FD1791，Intel公司的8271，NEC公司的μPD372、μPD765C以及东芝公司的T3444/A/D/M等器件。近年来，有些软磁盘系统将驱动器和控制器组合起来，并带有自己的主机读写接口和电源等设备，成为独立的、智能化的设备，称为智能化磁盘驱动器。

衡量软磁盘驱动器性能高低的技术指标有以下几种，最重要的两项指标是存储容量和存取速度。

(1) 存储密度 软磁盘的存储密度分道密度和位密度两种。所谓道密度是指磁盘径向单位长度所含的磁道个数，其单位一般都沿用英制TPI，即每英寸的磁道数，也有以每毫米的磁道数作单位，符号为TPM。TPI和TPM之间的换算关

系是 1TPM 等于 25.4TPI。常见的倍密度磁盘的道密度为48TPI，也就是1.9TPM；而高密度磁盘的道密度为96TPI。位密度则是沿磁道的圆周单位长度上所记录的二进制数据位的个数，单位是每英寸位（BPI）或每毫米位（BPM）。由于内外圈的磁道半径相差较大，而每个磁道的扇区数和数据位个数则是一样的，因此不同磁道的位密度是不一样的，一般在提到位密度时都是指最里面磁道的位密度。

这里应该指出，单密度和倍密度的驱动器，它们的道密度厚则上是一样的，由于后者使用改进调频制记录方式（MFM），要比前者使用的调频制（FM）方式位密度提高一倍。目前，尺寸相同的软盘系统位密度相差不大，主要取决于使用何种记录方式，常见的$5\frac{1}{4}$英寸单密度和倍密度软盘系统位密度约5000～6000BPI之间；高密度的位密度约10000BPI左右。

(2) 存储容量　一张磁盘的存储容量与使用的驱动器有关。低容量的软磁盘不能在高密度的驱动器上使用，这是因为它们的磁性材料分辨率较低；而高容量的软磁盘分辨率虽高，一旦放在低密度的驱动器上，也只能当作低容量磁盘使用，未免大材小用。因此磁盘的容量实际上是指它的本身容量，即最多可以容纳的数据字节数。另外，磁盘的实际容量还同操作系统使用何种划分格式有关，因此还应区分磁盘的格式化容量和非格式化容量。格式化容量一般是指采用IBM磁道格式软分段盘片时用户实际可用的存储容量。磁盘的格式化容量可按下列公式计算：

$$\begin{matrix}\text{格式化}\\\text{存储容量}\end{matrix} = \text{磁道数} \times \text{每磁道扇区数} \times \begin{matrix}\text{每扇区}\\\text{字节数}\end{matrix}$$

格式化容量一般以字节作单位。例如，与Apple Ⅱ微机配套的ZPC-8型$5\frac{1}{4}$英寸软磁盘驱动器，使用单面磁盘，有35个磁道，每磁道分16个扇区，每扇区有128个字节。因此其格式化容量为：

$$35\times16\times128=71680\text{字节}$$

由于软磁盘在软分段时每条磁道都要占用一些存储空间写上一些特殊的标志、间隔及其他不可缺少的信息，这些空间不能再提供给用户存储其他信息。因此，未格式化存储容量总是大于格式化容量。在实际使用中，只有格式化容量才是有意义的。对于具体其一种牌号规格的软磁盘来说，其未格式化容量是唯一的，取决于该种磁盘磁性材料层的分辨率，而实际使用的格式化容量则与使用的驱动器和操作系统有关。一般说来，密度较高的磁盘格式化容量较大，可在相应的或密度较低的环境下使用，反之就不行。也就是说，只要尺寸相同，高密度盘片可当倍密度或单密度盘使用，倍密度盘也可当单密度盘使用，只是大材小用，尽量避免。

(3) 数据传输率　对于驱动器来说，数据读写的速度是衡量其性能的标志之一。所谓数据传输率是指单位时间内软盘存储器与计算机内存储器交换数据的位数或字节数，等于磁盘的位密度乘以磁盘在磁头读写隙处转动的切向线速度之积。就$5\frac{1}{4}$英寸的软磁盘而言，单密度磁盘驱动器的数据传输率一般为125千位/秒或15KB/秒，倍密度的磁盘驱动器则可达到250千位/秒或30KB/秒；8英寸的软盘和驱动器的传输速率则相应高一倍左右。

(4) 平均等待时间　磁盘需要读写时，如果磁头移动到目的磁道后，恰好处于所需的扇区的开始位置，则立即可以

进行读写，否则的话，必须在盘片继续转动时进行等待。例如，$5\frac{1}{4}$英寸的磁盘驱动器的转速每分钟300转，最长等待时间为：

$$\frac{1}{300 \div 60} = 0.2S$$

即200mS。一般以最长等待时间和最短等待时间的平均值

$$\frac{200 + 0}{2} = 100mS$$

作为该驱动器的平均等待时间。

(5) 平均存取时间　存取时间又称读写时间，是指读写磁头从当前位置到达所需的扇区位置并完成读出或写入操作总共所需的时间，包括磁头寻道、在磁道上寻找扇区的等待时间、磁头稳定时间、磁头加载时间等。平均等待时间前面已经叙述，磁头加载时间是指磁头控制器发出磁头加载信号到磁头和盘片表面实现良好接触所需的时间，这两项一般都在驱动器技术指标中列出。磁头在步进电机驱动下到位后，由于电机不能立即稳定，因而需要一定的时间，这个时间就称为磁头稳定时间，记作t_S。磁头寻道的时 间因磁头当前位置与目的磁道的距离不同差别很大，一般能够给出寻找相邻磁道或者说移动一个磁道所需的时间，记作t_T。磁头寻道总的时间取决于当前位置与目的磁道的距离。一般只能取寻道时间的最大值和最小值的平均值作 为平 均 寻道 时间，记作t_M。为了简化计算，一般可用下列近似公式。对于5.25英寸和8英寸的软盘驱动器，公式是不同的。

$$t_M \approx 11.3t_T + t_S \qquad (5.25英寸)$$

$$t_M \approx 25.5t_T + t_S \qquad (8英寸)$$

ZPC-8型软盘驱动器的技术手册上给出的t_T和t_M值分别为 20 毫秒和248mS。

第二节　软磁盘驱动器的机械结构

一个软磁盘驱动器有两个驱动定位结构。盘片驱动定位机构的功能是将磁盘正确地定位于旋转驱动轮主轴的中心位置上，以便使磁盘在主轴带动下旋转时它与磁头的相对运动轨迹同一条条磁道准确重合。磁头驱动定位机构的作用是让载有读写磁头的小车在步进电机的驱动下沿盘片径向朝向或背离主轴中心移动，寻找所需的磁道位置。

一、盘片驱动定位机构

盘片的驱动定位分为盘片引导、加载装卡、驱动和弹射，作用是使盘片在驱动器里准确定位并带动旋转。

(1) 插入引导机构　驱动器的面板上有一个槽口，盘片就是从这里插进去。在驱动器内部的两侧壁上有两条平行的导向槽（图3-5）。当盘片从槽口插入后，这两条导向槽限止了盘片的左右上下的横向移动，保证其到达准确的位置。在盘片向里推进的过程中，同时推动弹射架，直到限定位置，此时盘片的几何中心就基本上对准了驱动轮的中心位置了。

(2) 驱动轮　盘片插入定位后，加载装卡机构通过盘片中心的装卡定位孔将它压紧在主轴驱动轮上，当主轴驱动轮转动时，就能带动盘片以每分钟300转的速度旋转了，见图3-6和3-7。

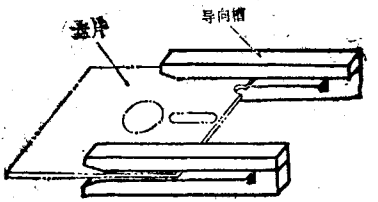
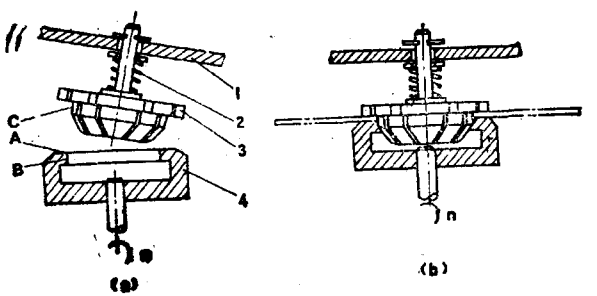


图 3-5 插入引导机构



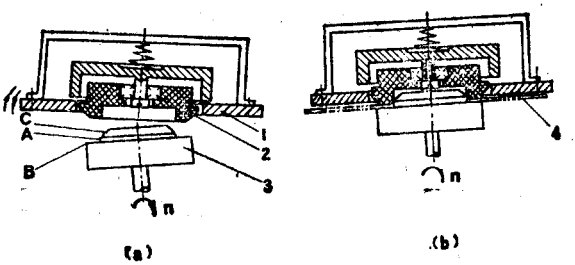
(a) 开启状态 (b) 压紧状态

1. 活门转动臂；2. 压簧；3. 压紧轮；4. 驱动轮

图 3-6 杯形盘片装卡机构

主轴的转速要求严格的准确和均稳，8 英寸软盘驱动器主轴转速为360转/分，$5\frac{1}{4}$英寸软盘驱动器为 300 转/分，不能因负载情况和电压波动发生变化。过去主轴通常使用同步电机（转速为1500转/分）驱动，扁平橡胶带传动；而且主轴上还装有边缘厚重的惯性轮，以减少主轴晃动并使转速平稳。现在大多数还采用带速度控制电路的直流电机来驱动主轴，这种结构提高了转速稳定性，并减小了体积。

(3) 压紧装置　在盘片沿着导向槽推动到达限定位置后，扳下面板上的活门或转动手柄，就带动转动臂使压紧轮压下。压紧轮上有多瓣爪状的锥体（图 3-6(a) 中的c）或一个浮动的浮动的压紧锥面（图3-7(a)中的 2），分别与下面的杯形或凸锥形端面牢牢地把盘片夹紧在驱动轮端面上（图



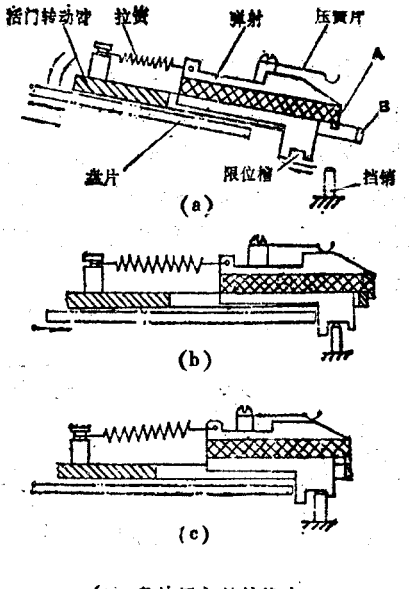
1. 活门转动臂；2. 压紧轮；3. 驱动轮；4. 盘片

图 3-7　圆柱形盘片装卡机构

3-6(b)和3-7(b)），于是盘片就能在驱动轮带动下旋转了。

(4) 弹射机构　当盘片使用完毕需要取出时，可以借助弹射机构的弹力将它迅速弹出槽口。图 3-8 是盘片弹射机构工作中的三个状态示意图。

在盘片插进驱动器槽口向里推动时，它们塑料封套前缘推动弹射架朝里移动，拉簧伸长，一直推到限定位置时，压簧片将弹射架上的挂钩（图3-8(a)中的A）压下勾住转动臂筋条（图3-8(a)中的B）的里侧。在驱动器活门或手柄扳下时，挡销正好进入弹射架上的限位槽被锁定(见图3-8的(b)和(c)）。需要取出磁盘时，首先是打开活门或旋回手柄，带动转动臂向上，释放限位槽里的挡销和弹射架上的挂钩，于是弹射架在拉簧的作用下迅速将盘片从驱动器的槽口弹出。



(a) 盘片插入前的状态
(b) 盘片插入后的状态
(c) 盘片插入关上门机构

图 3-8 盘片弹射机构

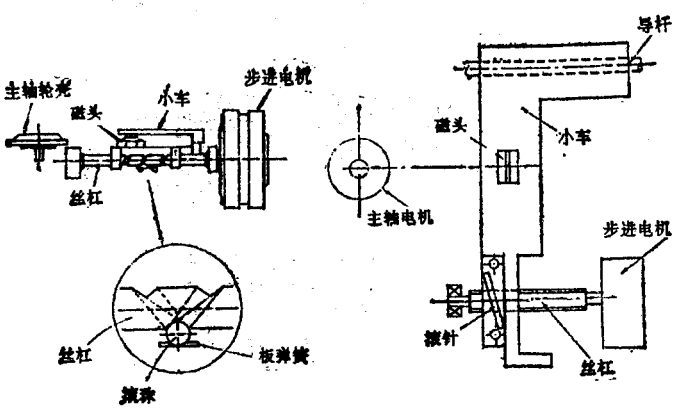
二、磁头驱动定位机构

磁盘驱动器里的读写磁头安装在磁头小车上，磁头驱动定位机构将这个小车载着磁头沿径向移动到指定的磁道位置。为了保证不同驱动器之间软磁盘可靠互换，小车移动的位置精度要求很高。另外，为了达到较快的数据存取速度和响应，磁头驱动定位机构的动作应该比较迅速。

(1) 驱动定位机构 软磁盘驱动器中经常采用的磁头定

位机构有丝杠传动、钢带传动、螺旋凸轮传动和音圈电机等几种方式。

丝杠传动结构使用比较普遍，常见于单面软盘驱动器。这种结构利用丝杠和螺母将步进电机的转动角度转变成磁头小车在丝杠上的直线位移（图3-9）。步进电机转动的每一步为15°，带动小车沿着丝杠移动一个磁道。由于丝杠与螺母之间有间隙，在改变转动方向时会产生误差，因此在丝杠上一般都须采取消隙措施。



（a）滚珠式　（b）滚针式

图 3-9　两种丝杠结构

钢带传动机构与丝杠结构不同，这种结构将一条合金钢带象皮带一样套在步进电机主轴轮和另一个张紧轮上。磁头小车用螺钉固定在钢带上（图3-10）。步进电机转动时，带动钢带上的小车沿导向杆移动。这类结构的优点是传动速率很高，然而它的定位精度取决于驱动轮直径的加工精度和步进电机步距角的精度。此外，由于小车只能由一侧的钢带带

动，因此步进电机的有效转角不到180°，但是实际上要求在这个范围里要对多至77个磁道进行定位，所以步距角不得超过2°，常见值为1.8°。另一种钢带传动结构称为α型钢带结构，多用于$5\frac{1}{4}$英寸的薄型软磁盘驱动器。这类结构把钢带卷绕在步进电机的驱动轮上，而将钢带两端固定在小车上，形状有些象希腊字母α，由此得名。α型钢带结构大多是一侧单根钢带，另一侧是两根钢带（图3-11），也有两侧全是

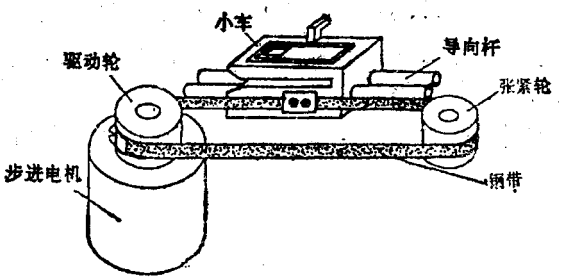


图 3-10 钢带传动结构

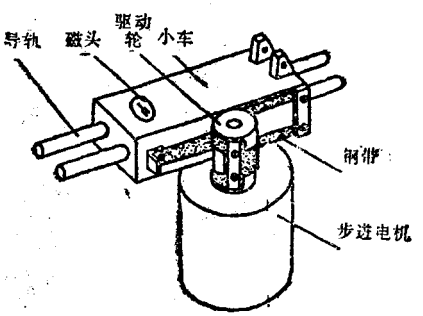


图 3-11 α型钢带结构

单根钢带的。这种传动结构的驱动轮活动范围稍大，可达300°，因此允许选用步距角稍大的电机，常取3.6°。同时驱动轮的直径可以减小，使结构更为紧凑。

与上述两种传动结构相比，螺旋凸轮结构更为简单，也经常用于$5\frac{1}{4}$英寸的软磁盘驱动器，例如ZPC-8型单面驱动器就是采用这种传动定位方式。在这种结构中，螺旋凸轮就是安装在步进电机转轴上的驱动轮，它上面刻了一条截面形状如字母V的阿基米德螺旋线槽，螺线的矢径随角度而均匀变化。磁头上车上有一个弹性滑动臂嵌在螺线槽里，于是步进电机的转角就被转变成小车在导向杆上的直线移动（图3-12）。这种结构成本很低，但定位精度不高，而且寻道速度也不快。

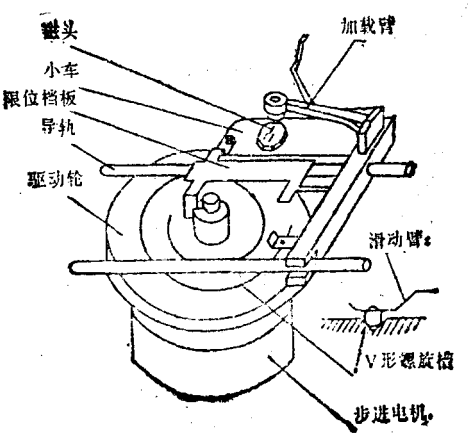


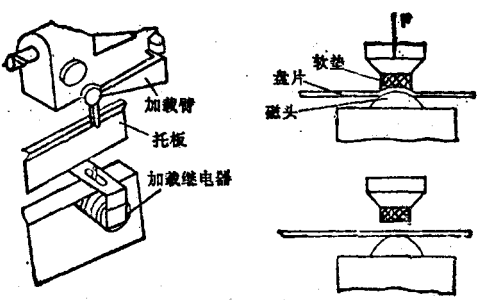
图 3-12　螺旋凸轮结构

近来，有少数先进的软盘驱动器产品使用一种音圈电机

驱动的定位结构。这种结构的定位精度很高。音圈电机是一种直线电机，可以直接驱动磁头作直线运动，由微处理器检测控制。音圈电机驱动定位结构的缺点是结构复杂、成本较高，因此通常用于硬磁盘驱动器或温氏磁盘驱动器，而软磁盘驱动器用得不多。

（2）加载机构　驱动器在执行读写操作或寻找磁道时，磁头必须同磁盘表面接触，以获取磁道上的信息，压力一般为10～20克左右。如果不论是否在工作，磁头和磁盘总是保持在接触状态，就会影响它们的使用寿命。因此，驱动器不工作时，应该使磁头和磁盘相互脱离，只有当驱动器接到磁盘控制器的命令信号后才使它们接触，这个过程叫作磁头加载。

软磁盘驱动器的加载机构有许多不同的方式，常见的加载机构是由电信号控制的继电器加载机构。图3-13是单面软磁盘驱动器的磁头加载机构示意图。未加载时，继电器不通电，加载臂被托臂托起，磁头脱离磁盘，如图3-13(c)那样。



(a) 加载机构示意图　(b) 加载状态　(c) 卸载状态

图 3-13　单面驱动器磁头加载示意图

需要加载时，继电器通电吸合，托板离开加载臂，加载臂在扭簧的作用下，让磁头和磁盘接触。加载压力约为15～20克。

大多数双面盘驱动器的加载机构比较复杂，但是也有类似单面驱动器磁头加载的简单结构，只要将图3-13(b)和(c)中盘片上方的软垫换成另一个磁头就行。

第三节　软磁盘驱动器的电子线路

为了实现各种操作，软磁盘驱动器必须具有下列几种电子线路：

(1) 写入电路；(2) 读出电路；(3) 磁头定位电路；(4) 各种状态信号检测电路。

每一台软磁盘驱动器的电子电路基本上都是由这四个部分组成，但具体的电路是多种多样的，使用的元器件也是各不相同的，然而它们的功能基本上是一样的。这些电子线必须能够实现下列功能：

(1) 正确地写入及读出二进制信息；

(2) 移动读写磁头到指定的磁道位置；

(3) 解释来自控制器的控制信号，产生驱动器状态信号。

一、写入电路

写入电路的要求是根据写入数据的要求产生相应的写电流。图3-13是写入电路的原理框图，图3-14是各点的电流波形图。

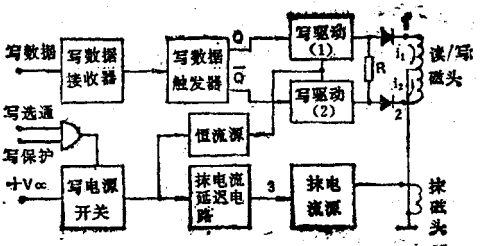


图 3-14 写入电路原理框图

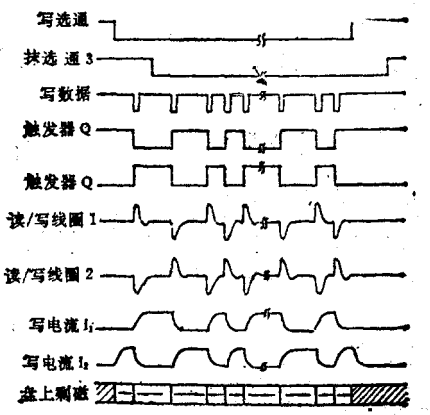


图 3-15 写入电路波形图

当需要写入数据信息的时候，写数据接收器接收到数据脉冲，并输入到写数据触发器，该触发器由脉冲触发而产生两个开关信号，Q和$\bar{Q}$交替地送到两个写驱动电路(1)和(2)，使读写磁头的两个线圈轮流通电，在磁盘表面产生极性相反的磁化单元。

写电源开关由写选通和$\overline{\text{写保护}}$这两个信号的逻辑与信号

所控制，只有当写电源开关导通时，写电流才能进入写驱动电路，同时也去启动抹电流源。由于读写磁头的读写隙和抹磁头的隙缝之间前后相隔有一段距离，因此写电源开关和抹电流源之间必须有一个抹电流延迟电路，以使开关接通后延迟一段时间才启动抹电流源；同样，在写选通信号切断后，抹电流还要延迟一段时间才被切断。

写入电路应该能满足下列几个要求：

（1）写电流必须足够大，以使磁性材料的底层部分也被饱和磁化。如果电流太小，会使读出信号幅度降低；然而写电流也不能过大，否则导致磁化过渡区加宽，降低磁头读出信号的分辨率。

（2）写电流的大小必须保持恒定，如有波动则会引起峰点漂移，影响读出信号的可靠性。

（3）磁头线圈里的写电流过渡过程时间应该很短，振荡次数少、幅度小，否则过渡过程时间太长会使过渡区太长，降低记录密度。

（4）抹电流的大小必须合适。读写磁头加上抹电流后的读出幅度应为未加抹电流时的90％至95％。

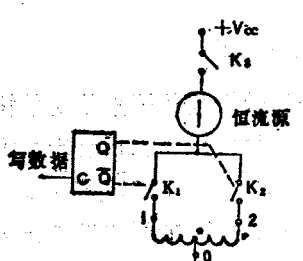


图 3-16 数据写入电路示意图

下面分析数据写入电路和抹电路的工作原理。

图3-16是数据写入电路的原理示意图。在需要写入数据时，控制器先送来写选通信号。然而，有了写选通信号后，同时还得接收到写保护检测电路发来的允许信号，才能接通

图3-16中的恒流源开关K_5。图3-17是写保护检测电路的原理框图。当写保护缺口被封住的软磁盘插入驱动器时，一端接地的微动开关动作，如果此时启动信号有效，则产生一个写保护信号，这个正电平的信号将阻止写选通信号去接通恒流源。因此，只有在接收到写选通信号，同时写保护信号不出现（也可以认为接收到写保护信号的逻辑非信号），写电流开关K_3才被接通，把恒流源和两个写驱动电路的中点连接起来。此时，写数据接收电路每接收一个输入脉冲，送到数据触发器的触发端，输出端Q和$\bar{Q}$的状态便翻转一次，它们分别控制开关K_2和K_1。如果Q为1，则K_1接通，K_2断开，写电流通过读写线圈1；反之，当Q为0，即$\bar{Q}$为1，则K_1断开，K_2接通，写电流通过读写线圈2。这两种状态产生极性相反的局部磁化区。

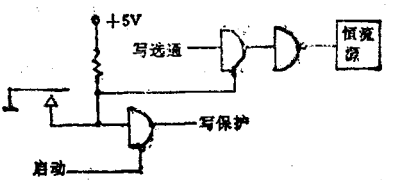


图 3-17　写保护电路原理图

图3-18是一个典型的实际数据写入电路。图中的T_3相当于图3-16中的恒流源开关K_5，T_4是恒流源，T_1和T_2相当于开关K_1和K_2，D_1和D_2是读出电路和写入电路的隔离二极管。在T_1和T_2之间跨接一个泄放电阻R，当线圈绕组从通电状态切断后通过它释放线圈里的电流。

写电流通过磁头在磁盘表面的磁道上记录下信息后，信息磁道的两侧会产生不规则的磁化边缘(图3-19)，降低了磁

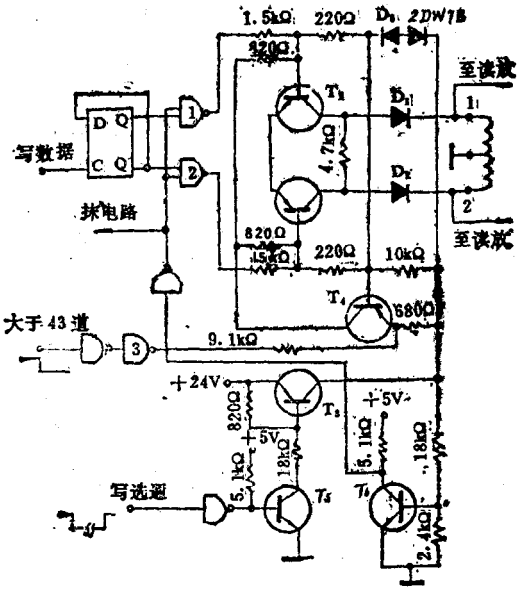


图 3-18 一个实际的数据写入电路

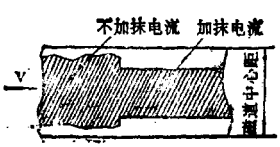


图 3-19 抹电流的作用

道间距，很容易引起道间干扰，因此必须加以修整。这种修整是通过抹除磁头的抹电流来实现的。由于抹磁头的位置处在读写磁头前面一段距离的地方，如果写选通信号一出现立即接通抹电流，就会将抹磁头所在的地址区域上的信息抹掉过多，因此必须在写选通信号后延迟一段时间再接通抹电流。根据同样道理，在写选通信号结束后，也须延迟一段时间再切断抹电流，以保证所有写入信息的磁道区域都得到修

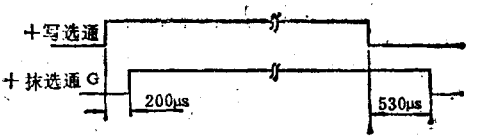


图 3-20 抹写电流之间的时间延迟

整(图3-20)。对于普通的铁氧体磁头，抹电流一般设计为80毫安左右。延迟时间的长短应根据磁头上读写隙和抹除隙之间的距离确定，而且前沿和后沿的延迟时间也须考虑当前所在的外磁道和内磁道的线速度。图3-21是一个实际的抹电流电路，图3-22是写入和抹除过程的示意图。

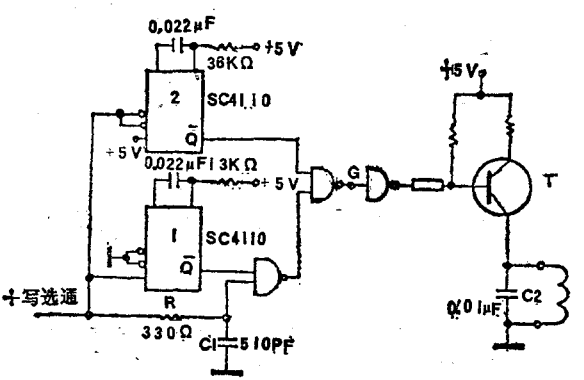


图 3-21 一个实际的抹电流电路

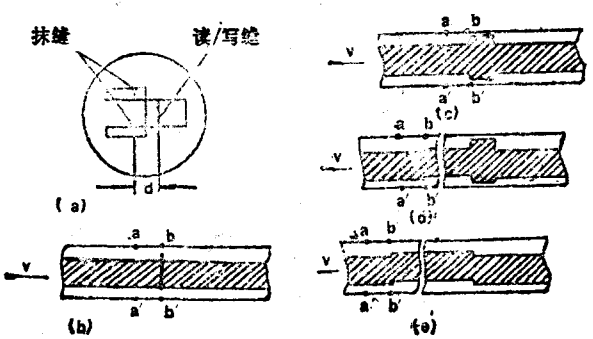
为了提高数据写入的可靠性，还必须设置一些故障检测电路。在检测到写故障时，驱动器电路应向控制器发出写故障信号。常见的写故障有下列几种：

(1) 当写选通信号有效时，没有收到写入数据的信号或

丢失；

（2）当写选通信号有效时，没有磁头落下信号，或驱动器门没有关妥；

（3）写选通信号有效时，写电流没有加上或电压过低。这三种信号都被送到同一个R-S触发器寄存，触发器的输出送往控制器，控制器接收后，发出一个写故障清除信号，将RS触发器复位。如果复位后，故障依然存在，RS触发器继续触发，重复上述过程，直至故障消除或人工进行排除干预。



（a）抹缝和读/字缝的位置 （b）开始写入数据
（c）开始抹 （d）数据写入结束 （e）抹结束

图 3-22 抹写过程的示意图

二、读出电路

记录在磁盘磁道上的数据信息由读写磁头转换成电信号。磁头直接读出的电信号幅度很小，一般为毫伏级电平。磁头读出信号的大小同使用何种磁头和盘片也有关，道密度

越高，也就是磁通翻转的密度越大，读出幅度越小。读出信号的另一个特点是幅度的变化大，在同一磁道上读全"0"信号时读出幅度最大，而读全"1"信号时最小；读外磁道时幅度大，读内磁道时小。在读出信号中还包含了多种频率的基波信号以及它们的高次谐波。读出信号中峰点还会漂移，记录密度越高，峰点漂移越严重。此外，一些噪声信号还不可避免地夹杂在读出信号当中，例如记录介质的噪声和磁头噪声。

读出电路的功能是磁头从盘片上剩磁信息读得的电信号还原成同原来的写入脉冲完全一样的数据脉冲。为了实现这个功能，并根据上述读出信号的那些特点，读出电路的设计应具有图3-23所示的几个基本部分，图3-24是各部分的工作波形。

读出电路的前端是前置放大器，其作用是放大由磁头线圈输出的微弱感应信号，放大后将其中一些有害的高频噪声信号通过低通滤波器滤除。从低通滤波器输出的信号波形与磁头读出的信号基本相似，它的每一个正负峰值点都对应着磁道上的每一次极性翻转。然后，微分放大器对这种信号进行微分，又将信号中的每一个峰点转变成零点，同时再对频率不同的读出信号进行幅度补偿。微分放大器的输出送到鉴零输出器，又被转换成方波信号，方波信号的每一次跳变同磁道上的每一次极性翻转相对应。最后，通过脉冲整形电路将方波信号转变成同原来的输入脉冲完全一致的读出脉冲，每一个脉冲对应着每一个极性翻转。综上所述，整个读出电路将磁头从磁道上读得的感应信号逐步还原为数据脉冲。图3-15和图3-24分别描述了写入和读出电路工作过程中各种波形。

图 3-23　读电路的原理框图

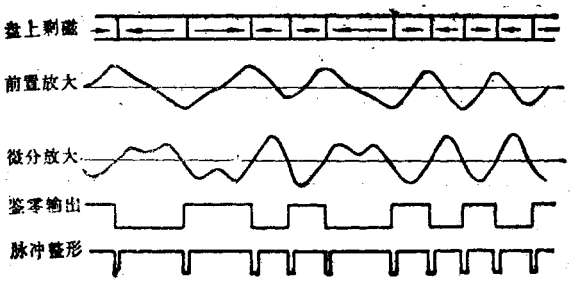


图 3-24　读电路各部分的工作波形

下面的图3-25是ZPC-3型8英寸单面单密度软磁盘器中的实际读出电路。该电路使用±5V和24V三种电源。其中μA733用作前置放大器，采用LC低通滤波器和RC回路组成微分放大器，最后使用组件N8T20B作鉴零和整形。

该电路适用于采用调频制（FM）记录方式的单面单密度软磁盘驱动器，只须适当调节RC微分电路和滤波器的参数也可用于采用改进调频制（MFM）的倍密度驱动器。

图3-26是另一种5.25英寸的双面软盘驱动器FD-50B的读出电路，既适用于调频制（FM），也适用于改进调频制

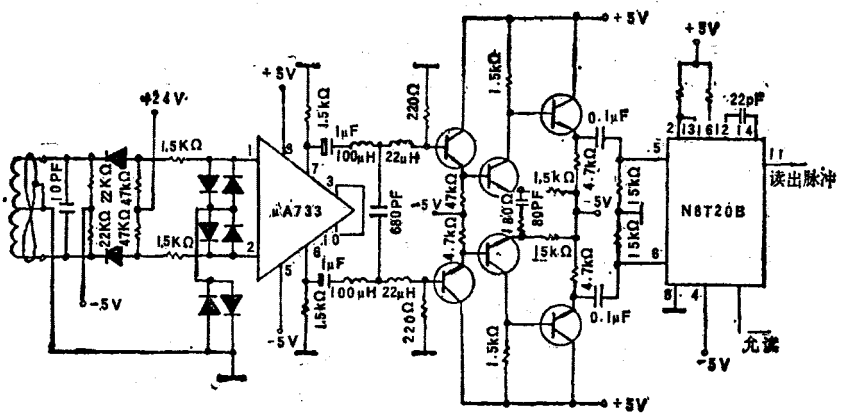


图 3-25　一个实际的读出电路

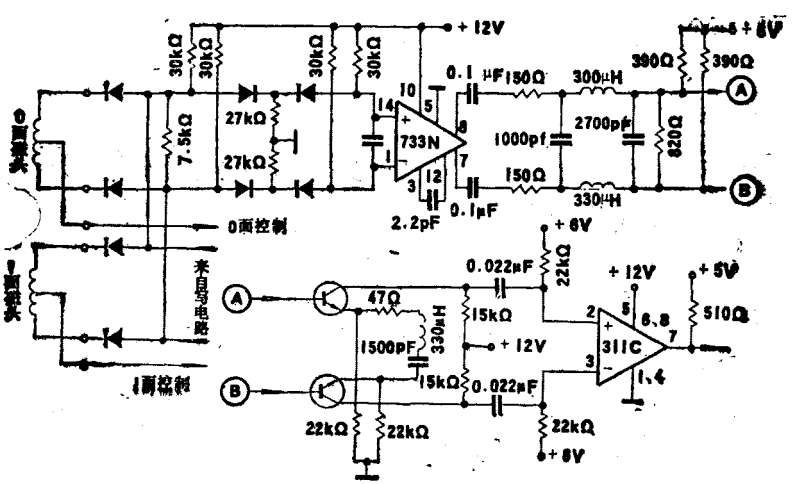


图 3-26　一种双面驱动器读出电路实例

(MFM)。该电路使用+5V和+12V两种电源。图中电路733N用作前置放大，经过阻容和感容的微分放大及低通滤波电路，最后由311C鉴零整形，输出数据脉冲。

该驱动器有两个磁头分别读取上下两个磁面的信息，两个磁头分别由"0面控制"和"1面控制"两种信号进行控制。每种信号各有0V、+6V和12V三种电平，由电源提供。不仅是两面的读出，两面的写入也由这两种信号的组合进行控制。具体的控制要求和控制信号见下表。

表 3-1 选面控制信号

控制要求 \ 信号电平(V) \ 控制信号		"0面控制"	"1面控制"
写	0面	0	12
	1面	12	0
读	0面	6	12
	1面	12	6

例如，选择0面读出的控制信号组合为"0面控制"电平为6V，"1面控制"为12V。

下面分析读出电路各部分的工作原理。

(1) 前置放大器 由于目前软磁盘驱动器的读出和写入基本上都是使用同一个磁头，也就是这两个操作都通过同一个线圈进行。数据写入时，线圈两端的电势多为十几伏特，如果写入放大器直接与磁头线圈相连，则峰至峰高达30V左右的差动电压会加到读出放大器的输入端，但是该输入端的耐压只有几个伏特，这势必会损坏放大器，因此读出电路的

前置放大器必须加以保护措施。

在图3-25和3-26两个读出电路的实例中，都是采用二极管作为前置放大电路的保护元件。图3-23利用二极管的钳位作用，而图3-24则依靠二极管的隔离功能，这些二极管保证前置放大器输入端的电压不会超过它所能承受的反向耐压。此外，也可利用P型沟道的结型场效应管具有的开关作用来保护前置放大器。图3-27的电路中串入两个场效应管，相当于两个开关。在写入数据时，写选通信号产生的开关控制信号经集电极开路门电平转换后关断场效应管，以使读出电路前置放大器和磁头断开，起到了保护作用。数据读出时，场效应管处于导通状态，读出信号能够顺利地送到前置放大器的输入端。

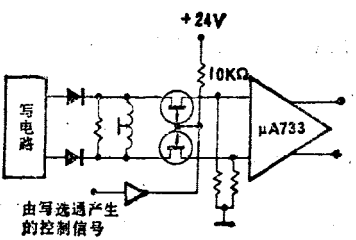


图 3-27　使用场效应管作前置放大器保护

为了得到足够幅度的信号送入后面的低通滤波和微分电路，前置放大器一般要求具有40～50分贝的放大倍数，以及足够宽的频带，在需要放大的频段里具有大致均衡的放大能力，而对其他不需要放大的频段的信号基本上没有放大作用。此外，放大器的输入端与磁头内阻之间应该阻抗匹配，以提高传输效率，避免读出信号的峰点漂移。

(2) 微分放大器　前面讲过，经放大的读出信号的幅度随着编码和记录密度的不同也有着不同的变化，但是读出电流的每一个峰点都是同磁道上剩磁极性翻转的地方相一致的。因此，信号的幅值大小并无什么重要意义，只须检测出信号的峰点所在就行。由于信号波形曲线在峰点处的梯度为零，因此利用微分电路对读出波形进行微分，就能把信号波形中的峰点转换成零点。

对信号波形进行微分，就是取它的变化率。我们知道，电容器的电流值i反映了它两端电压u的变化情况，其关系用公式表示就是：

$$i = C\frac{du}{dt}$$

因此，可把放大后的读出信号送入一个电容器，再用一个电阻R_C取出电容器上产生的电流i，那么该电阻两端的电压就是：

$$u_R = iR_C = R_C C\ \frac{du}{dt}$$

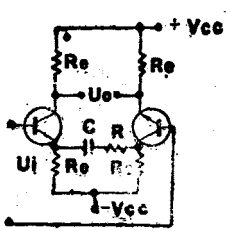


图 3-28　微分电路原理图

图3-28是典型的微分电路的原理图。图中的Ui表示输入电压信号，Uo表示输出的经微分的电压信号。

(3) 鉴零整形电路　读出电流经微分后峰点变成了零点，鉴零整形电路先进微分后的信号放大转变成方波信号，方波的每一处正负跳变沿都对应着原来的一个零点，然后再

Retro Workshop
果粉工作室

经单稳态触发器整形，又把每一个正负跳变沿转换成一个个同写入脉冲完全一致的读出脉冲。于是，将磁道上剩磁信号还原成数据脉冲的工作全部完成。

图3-29是ZPC-3型8英寸单面驱动器读出电路（图3-25）里用于鉴零整形的组件 N8T20B 的原理框图。整个电路由鉴零比较器、边沿检测电路和一个单稳态触发器所组成。图中 U_i 表示来自微分电路的输出信号，从组件的5、6引脚输入，其波形见图3-30中第一条曲线，原始读出波形的峰点已变成了零点。鉴零比较电路把每一个零点变成方波的一个个正负跳变沿（图 3-30的P和P）。边沿检测电路分几步把方波中从正到负和从负到正的两种跳变分别检测在 D、E 两个端点输出。最后一起送到单稳态触发器的输入端进行叠加，生成宽度固定的读出数据脉冲（图3-30的Q）。

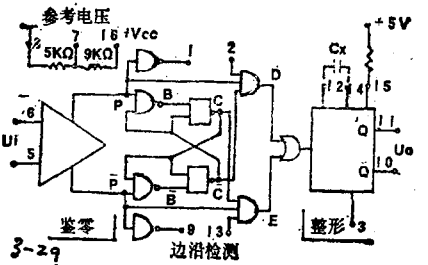


图 3-29　鉴零整形原理图

图 3-31 是一个$5\frac{1}{4}$英寸驱动器鉴零整形的实际电路，图3-32是该图中各点的波形图。该电路由一个311C担任鉴零比较，将输入信号U_i变成方波信号，最后在单稳态触发器74LS221整形后在G点输出适当宽度的数据脉冲。该电路的特

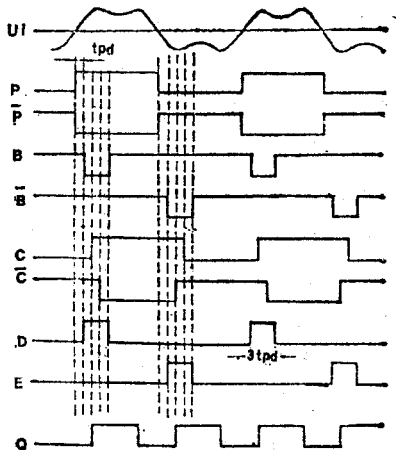


图 3-30　鉴零整形的各点波形

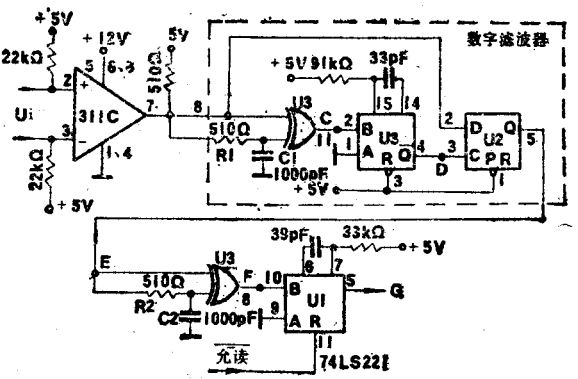


图 3-31　带数字滤波器的鉴零整形电路

点是在输入和输出之间增加一个数字滤波器，由一个半加器 U_3 和一个 J-K 触发器 U_2 所组成。如果图3-32中因某处幅值过低，鉴零输出的波形（B）出现了一个虚假的零点脉冲（波形 B 的虚线），因此在输出脉冲中多了两个虚假的数据脉冲。然而经过数字滤波后，输出到 E 点时已将假零点脉冲滤除。

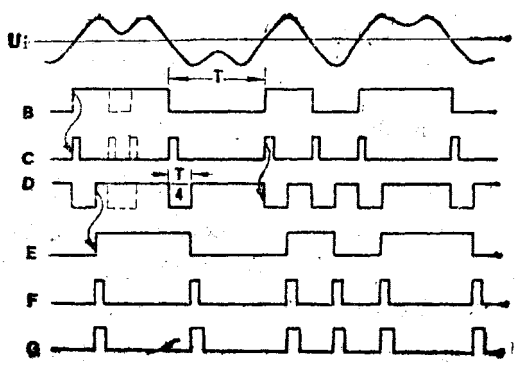


图 3-32　滤除假零点脉冲

三、步进电机控制电路

软磁盘驱动器的磁头移动定位是以四相步进电机为驱动源，通过丝杠或钢带、螺旋槽凸轮之类机构带动小车载着磁头移动到指定的磁道位置。

控制步进电机需要两种控制信号。一个是方向信号，高电平即信号“1”表示“退”，低电平即信号“0”表示“进”。退就是磁头朝外即向 00 磁道；进则相反，朝向磁盘中心。另一个是步进脉冲，每个脉冲控制步进电机转动一个步距角。图

3-33是一个四相步进电机控制电路，其中各点的波形见图3-34。

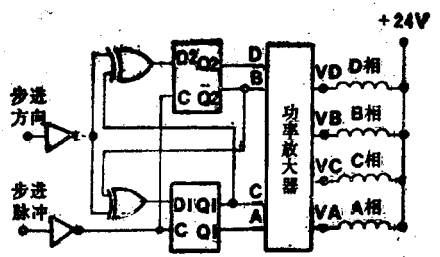


图 3-33　步进电机控制电路

图 3-34 中第一条波形是方向信号，左面是退，右面是进。同样，该图从上到下所有的波形都分为左右两半，分别是退和进两个方向。第二条波形是步进脉冲，每输入一个脉冲，功率放大器的四个输入端以及四个电机线圈绕组的电平或通断电状态会轮流地改变，驱动步进电机转动一个步距

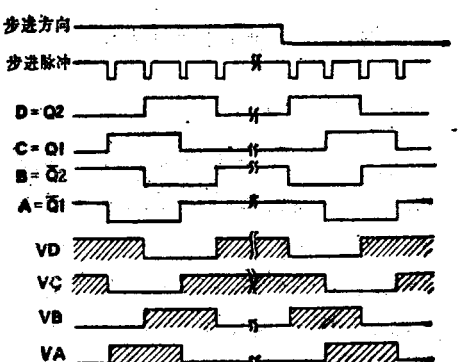


图 3-34　步进电机控制电路各点波形

角；以下四个波形就是功率放大器四个输入信号电平；最后四个波形分别表示四相绕组里的电流通断波形，阴影部分表示该绕组的断电状态。各相绕组的通电时序依次为：

退：　…AB→BC→CD→DA→AB…

进：　…AB→DA→CD→BC→AB…

四、直流电机伺服电路

除了驱动磁头小车的步进电机外，软盘驱动器上另一个电机是用来驱动盘片旋转的。早期的8英寸驱动器使用的是交流同步电机，通过传动皮带减速至每分钟360转驱动磁盘主轴；目前使用的5 $\frac{1}{4}$英寸等规格的软盘驱动器基本上都是利用直流电机来驱动主轴的，转速为每分钟300转。采用同步电机不需要控制电路，结构简单，成本较低。但是同步电机的转速与电网交流频率直接有关，因此无法避免电网频率不稳定时对电机转速的影响。如果主轴转速误差过大，就会引起磁盘的读写错误。直流电机驱动时都带有伺服控制电路，对于电网变化造成的不利影响，伺服电路能自动作出调整和补偿。因此，直流电机驱动主轴的转速比较稳定，磁头的读写可靠。

控制器向直流电机伺服电路发出启停信号，控制器的这种信号也可能来自于计算键盘命令、操作系统指令或者应用程序。伺服电路接收到信号后就自动地控制电机的启动和停止，实现磁盘的读写或者关闭电机。

图3-35是一个直流电机伺服电路的原理框图，从图中可知，这是一个典型的负反馈控制系统。电机在运转中其转速偏离了预定值的时候，测速计把检测到的速度信号整形后，

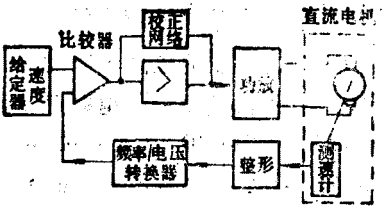


图 3-35 电机伺服电路原理图

再通过频率/电压转换器转变为直流信号电压，这个信号与来自速度给定器的信号进行比较，产生一个反映转速偏差的误差信号，经带有校正网络的放大器放大后，再输入功率放大器，调整放大器的输出，使直流电机的转速恢复到预定值。

图3-36是国产2PC-8单面软盘驱动器的无刷测速电机伺服电路，图3-37是它的原理框图。当控制发来的电机启动信号经启动线送入控制电路后，须经过400毫秒的等待时间，以保证电机到达读写所需的正常转速。电机的激励电流通过电机输入线驱动电机转动。电机在运转时，从测速电机来的速度信号经两根测速线送入桥式整流电路，然后把脉动的速度信号送入频率/电压转换器LM2917W转换成电压，并且同速度调整电位器提供的速度基准电压进行比较，控制电机激励电流的大小，从而维持每分钟300转的标准速度。这个标准速度最初是由速度调整电位器上设定的，如果使用日久速度发生了变化，也是通过调节这个电位器使电机恢复标准的转速。

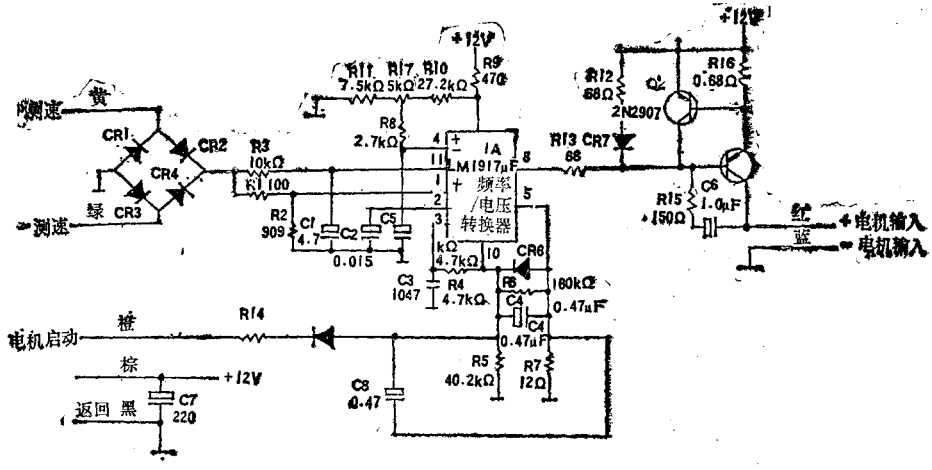


图 3-36　一个实际的电机伺服电路

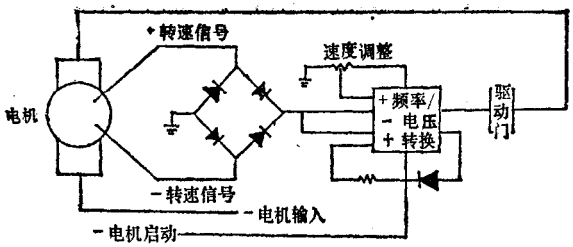


图 3-37　电机伺服电路的原理框图

第四章　软磁盘驱动器的使用和保养

第一节　软磁盘驱动器的使用

计算机系统配置的软磁盘驱动器，往往有两种安装方式。一种是机内式，又称为内装式，这种方式将驱动器的面板固定在计算机机箱的正面前方，成为计算机面板的一部分。如果系统配置的磁盘机是两台软磁盘驱动器，通常采用一左一右的并排方式安装；如果配置一个软盘机，另一个是硬盘或温盘的话，则也往往是一左一右地排列；在一个硬盘或温盘加上两台软盘驱动器的系统上，由于体积所限，软盘驱动器只得采用薄型的，以一上一下排列。这种薄型的软盘驱动器高度只有普通驱动器的一半，因此被叫作半高的驱动器。另一种安装方式是外接式，磁盘驱动器独立地放在计算机外面，它们之间用电缆和插头插座连接起来。一些简易的普及型的微计算机，特别是家庭用电脑，如Apple Ⅱ和中华学习机等，都用外接方式配接软磁盘驱动器。这是因为这类电脑的机箱很小，面板也不大，而且软磁盘驱动器的价格较贵，家庭型电脑系统往往把它作为"选择件"，并不是非配置不可的，需要的话就用电缆和插座拉上一个。此外，在已经安装了磁盘驱动器的计算机系统里，也可以用

外接方式增接额外的软磁盘驱动器。

从抗干扰要求出发，软磁盘驱动器最好采用箱式屏蔽结构，安装时注意螺钉孔的位置要上下对准，螺钉的长度必须适中，太短不牢固且容易损坏机座内的螺纹；过长则螺钉穿透伸出太多，会触及或顶压内部的机件和电缆，引起损坏或断线。

驱动器的电缆及插头插座是驱动器与计算机之间实现数据和控制信号，以及电源的连接。因此，安装必须排列整齐，接插牢靠。电缆线的扭曲、折痕、卷绕、打结或者长度过短，容易造成内部断线。另外，插头插座的接触不良，同电缆芯线时通时断一样，是造成计算机系统间歇性故障的重要原因。

原则上一般的单密度和倍密度软磁盘驱动器的安装在方向上是没有限制的。我们常常可以看到，一些计算机上软盘驱动器以盘片插入槽口呈竖直方向安装的。但是，由于重力的影响，纵向安装的驱动器里，磁头小车容易偏向一边，对于道密度较高的软盘驱动器，往往会产生磁道偏移，影响信号读写的精度，特别是采用线性步进电机或音圈电机时，磁道偏移更加严重。因此，单密度和倍密度，尤其是高密度的磁盘驱动器，干脆都采用水平方向进行安装。

此外，如果需要给计算机系统增加配置额外的软磁盘驱动器，选购时必须注意新配的驱动器能否同系统匹配兼容，还得核实一下计 算机有否相应的插槽空余。

第二节　软磁盘的保养

软磁盘的片基和上面的磁性材料涂层都是非常娇嫩的，

对温度和湿度都很敏感。盘片外面的塑料封套上有几处开口，有的面积还不小，在这些地方里面的盘片暴露了出来。（新型$3\frac{1}{2}$英寸软磁盘带有自动启闭的读写孔金属保护罩。）环境温度过高，如果超过50°C，磁盘的塑料封套就会变形，导致磁头和盘片表面接触不好，引起读写出错；倘若温度更高的话，磁盘的磨损就会加剧。过于潮湿的环境，对一切电子器件和设备都是不利的；然而，湿度太低，即环境过于干燥的话，则盘片转动摩擦极易产生静电，干扰磁头的读写，出错率将急剧增高。一般情况下，磁盘的使用对环境应有如下的要求：

温度：10～50°C

相对湿度：20～80°%

湿球温度：29℃以下

温度变化：不超过20°C／小时

磁场强度：小于50奥斯特

在不使用时软磁盘的贮存环境，比使用时要求略低些，然而也应满足：

温度：4～53°C

相对湿度：8～80%

温度变化：不超过20℃／小时

磁场强度：50奥斯特

软磁盘在运输时遇到的环境变化更大，即便如此，还尽可能注意满足下列条件，避免磁盘在运输过程中受到损坏：

温度：－40～50℃

相对湿度：8～90%

温度变化：20℃／小时

磁场强度：50奥斯特

磁盘在非使用条件下经长时间的贮存和运输后，不要马上拿来使用，最好在符合使用要求的条件下至少先静置二十四个小时。使用时，要注意务必做到以下各点，就能保证磁盘工作正常，使用寿命得到延长。

(1) 切勿触摸磁盘盘片的暴露部分，以免沾污或擦伤磁盘表面的磁性涂层。

(2) 磁盘上的用户标签应该在粘贴以前书写。已经粘贴好的标签只能用墨水毡笔书写，绝对禁止使用圆珠笔和铅笔，因为用这些笔写字用力较大，很容易损伤封套里面的盘片。

(3) 软磁盘使用注意应该手持封套上带标签的一端，也就是读写口在前；同时标签面向上方，即带写保护缺口的一侧在右面，动作轻缓、用力均匀插进驱动器槽口并向里推动直到限定位置，然后才能关上驱动器槽口上的活门或者旋下活动手柄。如果没有推到限定位置就先关门，由于盘片中央的装卡孔尚未对准，关门时主轴驱动轮落下就会压坏盘片。

(4) 切勿卷曲、弯折软磁盘，磁盘一旦变形后是无法恢复原状的，读写时就容易出错，严重时甚至磁盘报废。

(5) 软磁盘使用完毕，应套入纸袋存放，以免尘埃、水汽，油脂及其他杂物或尖硬锐器污染或损伤磁盘盘片的暴露部分。应该养成随时将磁盘放入磁盘盒的良好习惯，每个盒子不要放得过多，以免互相挤压。磁盘盒最好垂直放置，不要平放，切勿倾斜，倾斜则封套容易变形。

(6) 单面驱动器就只使用单面磁盘，不要使用双面磁盘，可以节省开支。然而，由于盘片上的索引检测孔在苹果Ⅱ系统里不起作用，因此有人喜欢在双面磁盘的另一侧边缘自行

剪开一个写保护缺口，企图把一张双面盘当两张单面盘使用。这种做法很不好，先不说剪缺口不慎容易损伤盘片，主要是盘片在旋转时封套内的无纺布衬垫同时拭擦盘面上的灰尘微粒等杂物，翻过来换面使用时旋转方向相反，这些杂物重新又扩散到整片磁盘。这种"化一双为两单"实在得不偿失，不足取。

第三节　软磁盘驱动器的日常保养

同计算机的整个系统和各个部件一样，影响软磁盘驱动器正常工作或使它产生故障以至损坏的因素不外于高温、低温、尘埃、电气噪声、供电故障、腐蚀、有害磁场等几种。

1．预防高温

高温环境会使元器件迅速老化、失效，引起电机过热乃至烧毁，导致接插件和其他接触点的电气连接松动。由于磁盘的基片是聚脂塑料薄膜，受热极易变形损坏。因此必须重视高温对磁盘驱动器的有害影响和破坏作用。可以采取的预防措施有：

（1）勿使机器连续工作时间过长，尤其是在天气炎热的季节，必要时应关机降温。

（2）放置计算机的位置不要太紧靠墙壁，否则会影响机内冷却风扇的通风效果。经常清除冷却风口上的灰尘杂物，保持气流通畅。

（3）机房尽可能安装空调设备，至少也应专门用一台电扇为计算机降温。

2．克服低温

过低的环境温度对计算机系统的影响是多方面的。系统中主机和各设备中的电子元器件和电路在低温下完全能正常工作，由于散热更快，因此在某种程度上低温对它们可以说是有益无害的。然而，一些机械部件，尤其是磁盘驱动器的主轴和寻道的两个电机在酷寒下会产生动作迟滞，其他一些机构的灵活性也降低，容易产生读写故障或出错。此外，软磁盘遇冷也易损坏。

克服低温的有害影响并不复杂，只要保持室温就行。如果室内温度太低，计算机系统暂时不要开机。软磁盘驱动器工作时的环境温度以4～46℃为宜。

3。清除尘埃

空气中平时浮动着无数的灰尘微粒，它们会随着气流进入驱动器里面。此外，磁头与磁盘表面的接触摩擦，磁盘在封套里面的旋转摩擦都会产生灰尘微粒。

灰尘微粒除了积聚在驱动器里面的机械运动部件上，影响它们的正常运转外，最严重的莫过于是它们对读写磁头和盘片的破坏了。一些灰尘、粉末、纤维、毛发，甚至烟雾、油腻等杂物常积聚或沾染在磁头和盘片上，使它们之间的接触变差，影响读写正确性，甚至阻碍读写。一些体积小到肉眼难以看清的微粒对于光洁度极高的磁头和盘片来说，简直是一些庞然大物（图4-1），它们随着磁盘一起旋转，擦伤磁头和盘片的表面，同时又带到磁盘封套里，造成进一步的破坏。

防止灰尘微粒破坏的方法归根到底就是保洁和清洗，要经常做到以下各点：

（1）保持计算机周围的环境洁净。进出机房换鞋，定时

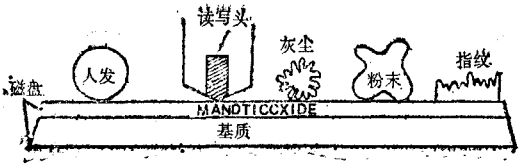


图 4-1 磁盘表面的杂物微粒

吸尘扫除，勿留积灰，必要时用蘸有温肥皂水的软布拭擦。保洁时应先拔去计算机的电源线插头，并勿使机内受潮。

（2）常用去静电液剂擦拭机器外壳，这样机器就不易带上静电，可以防止静电吸附灰尘微粒。

（3）禁止在计算机旁边吸烟、吃东西。

（4）计算机不使用时应套上防尘罩。

驱动器的读写磁头必须定期清洗，这是头等重要的，以后再专门叙述磁头的清洗问题。

此外，磁盘驱动器的抗干扰、防锈蚀以及提高电源稳定性问题都很重要，所有保养机械电子设备的方法对磁盘驱动器来说也是适用的。

为了延长磁盘驱动器的使用寿命，还须做到：

（1）注意磁盘的质量，切勿贪图价廉去购买劣质的盘片。

（2）驱动器和磁盘不要靠近吸尘器、冰箱压缩机、录音机、电扇、电磁炉等带有较大型电机或较强磁场的电器，以免磁化失效。

现在专门谈谈读写磁头的清洗问题。磁盘经过长时间的转动，飘落的尘埃杂物、磁盘表面落下的磁性氧化物微粒，渐

渐在磁头旁积聚起来，甚至粘附在磁头表面，阻碍它与盘片的接触，甚至还会锈蚀磁头（图4-2）。磁头清洗工作应该定期进行。每次清洗间隔多久众说纷纭，莫衷一是，然而显然同使用的磁盘质量有关，盘片质量差时清洗应该勤些，反之间隔可以适当延长。一般可以按每周或每两周清洗磁头一次，原则上运行了40小时就可以安排清洗一次，不要等到出现了读写故障时才想到清洗磁头，因为此时尘埃杂物积聚日久，擦拭要困难得多。关于不同使用情况的清洗间隔时间可以参见表4-1。擦拭磁头有两种方法：

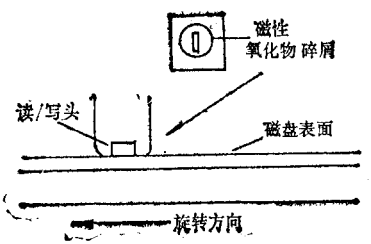


图 4-2 磁头积聚氧化物微粒

表 4-1 磁头清洗周期

系统使用情况	清洗周期
每天超过8小时	每周一次
天天用	每月一次
有时不用	每两个月一次
偶尔用	每六个月一次

（1）使用清洗盘 现在市场供应专用的清洗盘片以及配套的清洗溶液。清洗溶液大多封装在铝箔袋里，每袋可供使

用一次，用剩的溶液很快会挥发掉。清洗盘大多是一盒两片，应选择与驱动器尺寸相同的清洗盘。清洗盘使用日久以后，也会积聚上磁头上擦拭下来的杂物，因此清洗盘也不是可以无限期的使用下去的。一般是当买清洗盘时随盒附来的那几包溶液用完时，这清洗盘也就不应该再使用下去了。用清洗盘擦拭磁头的步骤如下：

①闭合计算机的电源。

②把清洗盘在封套读写口上暴露出来的部分用清洗溶液均匀的沾湿。

③把清洗盘插进驱动器槽口，并关上活门。

④用任何一种方法启动驱动器旋转，例如系统引导、列磁盘目录清单或运行一段清洗程序都行，红灯亮时，清洗盘就转动起来，拭擦磁头上积聚的杂物。

⑤转动约20～30秒时即可打开驱动器的门取出清洗盘，（不必等待红灯熄灭，这是因为清洗盘上并不存有信息，而正常的磁盘读写是绝对不允在红灯亮时打开活门的。）清洗时间超过45秒反而有害。

⑥断开计算机电源。

此时清洗工作遂告完成，但是驱动器还需等到磁头上溶液挥发光，干燥以后才能使用。

（2）人工清洗　清洗磁头最好最彻底的方法还是人工拆洗，这样通过直观的擦拭，不仅可以完全清除磁头上积聚的污垢，同时还能去掉其他可以触及的部件上的灰尘。经常使用清洗盘擦拭磁头的，每隔一段时间最好也用人工清洗一次。人工拆洗需要螺丝刀，镊子等简单工具，最好还备有一块稍厚实的软质保护垫，以及一个盛放螺钉的小盘。为了保

证有足够的光照，还需准备一个局部照明的光源。擦拭用的溶剂除了专用的铝箔包装的清洗剂外，还可以使用市售清洗录音机磁头的清洗液，或者无水酒精。另外还要准备一些塑料泡沫材料或软布；医用脱脂药棉也行，只是容易留下纤维毛头。拆洗的步骤如下：

①关断计算机的电源，拔下电源线插头。

②旋下计算机面板的紧固螺钉，小心地拔下驱动器的扁平电缆的插头，然后旋下驱动器在机壳上的安装螺钉。如果是外接的驱动器，则拆卸的过程要简单得多。

③小心地把驱动器拉出机壳约5厘米左右，然后拆去有关的电源电缆以及挡住驱动器拉出的插件板之类的部件，把整个驱动器拉出机箱，放在保护垫上。这个拆卸过程对不同型号的驱动器或计算机稍有不同。

④小心地抬起磁头臂，把磁头端面充分暴露出来。

⑤用蘸了清洗液的软布或药棉轻轻擦拭磁头表面，如果灰尘杂质较多，应该另换干净的溶液布或棉花再擦拭一遍，直到完全擦干净。需要注意的是，双面驱动器上下各有一个磁头，都要擦拭干净；单面驱动器上方的磁头擦干净后，下面的垫块也应擦拭。

⑥待擦拭过的地方溶剂挥发，完全干燥后，再按拆卸的相反顺序重新装好各电缆、电路板和螺钉。注意勿使电缆扭曲弯折，电路板和电缆插头要接插牢靠。

⑦重新接通计算机的电源，然后取一张载有程序的盘片进行测试。

建议每台计算机系统备有一本操作日志，记载包括磁头清洗在内的维护措施和日期等情况。

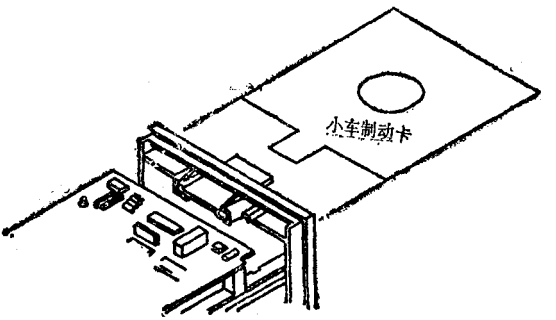


图 4-3 小车制动卡

软磁盘驱动器在出厂时，磁盘槽口里都插着一张硬卡纸，它就叫小车制动卡。小车制动卡的形状同磁盘封套很相似，中间也开有圆孔，前面有一舌片。小车制动卡的作用是阻止驱动器在运输过程中磁头小车因受震动而移动。驱动器使用后，该小车制动卡应妥善保存。驱动器再次搬动时仍旧需要把它装上，步骤是：

①小车定位在00磁道。

②舌片向前，就象插盘片一样将制动卡插入驱动器面板上盘片槽口里，并使舌片置于小车之下。

第五章　软磁盘驱动器的调整和维修

软磁盘驱动器是机电一体化的精密装置，要保证它正确可靠地贮存和读取数据信息，必须使它保持良好的工作状态，首先重要的是必须对磁盘和驱动器注意经常性的维护和保养，才能使它少出故障或不出故障。

软磁盘驱动器在使用中可能会出现不能正确地读写数据的现象，常见的出错有三种情况：

（1）在读地址或读数据时出错；

（2）找不到磁盘地址；

（3）完全读不出数据。

遇到这样的情况，首先应该分清究竟是软盘的问题还是驱动器的故障，切勿贸然下手，盲目的调整或更换器件不但无法解决问题，反而会产生新的人为故障，使情况弄得更加复杂。软盘的问题有时是它与驱动器所在的计算机系统使用的操作系统不匹配，磁道格式不同，例如磁道和扇区数及各信息段的划分不一样；或是因两个驱动器之间的互换性不好，在一个驱动器上格式化并记录的信息的盘片到另一个驱动器上不能正常读写。系统和格式不一致并非是故障，互换性不好应进行测试，然后再决定调整哪个驱动器。然而，如果本系统使用的盘片以前读写是正常的，现在却遇到了上述的问题，那么就应该考虑到磁头定位、索引孔光电检测装置、电机的转速等发生了变化，当然事前应先排除磁盘本身的损

坏、沾污、中心定位装卡孔保护圈磨损而口径增大，甚至盘片写保护等问题，而这些都是很容易判明的。另外，还有一个方法虽然简单，却非常有效因而也是常用的，就是把软盘放在几个同类的机器上使用，如果都出错，则往往是盘片有问题；如果只是在某一系统上有问题，那么问题往往不在盘片。

确定了出错原因不在盘片以后，就应该对驱动器进行测试调整或者故障检测以及修理了。

第一节　软磁盘驱动器的测试和调整

软磁盘驱动器需要和应该调整的内容很多，主要可分为两类。一类是磁盘互换性调整，不仅是使用商品软件磁盘或者别的同类计算机上的磁盘时需要保证互换性，在本系统同一个磁盘驱动器的磁头定位发生变化时也需要调整，以保证在不同时候都能正常使用相同的磁盘存取信息。归根到底，磁盘的互换性问题主要就是磁头的定位精度问题。与磁头定位精度问题相比，其他一些因素的影响则要小得多。另一类内容是驱动器机电性能的测试和调整，如电机转速、电源电压、读出幅度、磁头小车限位和写保护微动开关的位置等。

一、磁盘互换性的测试和调整

这里只讨论磁头定位精度的测量和调整。显而易见，如果两台或几台磁盘驱动器的定位精度都不正确，但却相同，固然它们之间也具有“互换性”，但是这样的“互换性”是不能保证与它们以外的系统交流软件，也无法使用商品软件的。

因此，必须把每一台磁盘驱动器的磁头定位精度都调整到一个允许的控制范围内。

磁头定位精度就是磁头上的读写隙缝的位置同磁盘上实际的磁道位置之间误差的大小，两者不重合就会降低读出信号的幅度和信噪比，严重时会使信号畸变失真，造成读出错或根本无法读。

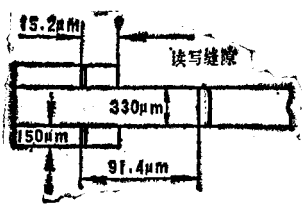


图 5-1　隧道式抹磁头的结构

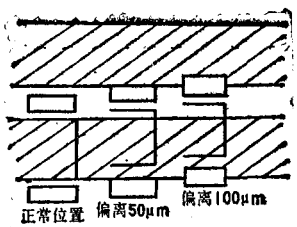


图 5-2　定位误差对读写和抹除的影响

图5-1是隧道式抹磁头的结构示意图。对于道密度48 TPI的软磁盘驱动器来说，其道间距为529μm（每英寸25.4 mm，即25400μm，除以道密度数48。）如图5-2所示，如果定位偏离了50μm，已在一定程度上影响了读出幅度，但对相邻磁道尚无影响；然而一旦偏离量达到100μm，则抹磁头就侵入相邻磁道抹除了上面的一部分信息，降低了它的读出幅度，而且本磁道的读出幅度比偏离50μm时下降得更多一些。对于道密数48TPI的软盘驱动器，容许偏离值为100μm；对于96TPI的驱动器则要求不超过75μm。

影响定位精度最重要的因素是磁头定位机构的误差，通

常有步进电机步距的误差及其积累、定位丝杠的精度和间隙、钢带的弹性伸缩和厚薄不均、凸轮螺旋槽的加工精度等。对于道密度为48TPI的软磁盘驱动器来说，这种误差的容许范围为±50μm。还有磁头小车的安装误差，一般是用校准盘在中间磁道(对48TPI的软磁盘驱动器来说为16磁道)上调整的，校准盘的原始误差、调节时的视觉误差以及小车反向运动时因间隙等因素而引起的"空回"现象都会产生小车位置的误差。此外，驱动轴的轮毂和磁盘装卡夹紧机构的径向间隙装配误差，磁盘中心定位装卡孔的口径误差或偏心，以及因温度湿度变化而引起的磁盘几何尺寸的伸缩都是影响定位精度的因素。

如要知道一台软磁盘驱动器的磁头定位精度是否合适，以及如果不合适究竟偏离了多少，就应该进行测量，然后再作相应的校整。测量定位精度需要测试校准盘片。测试的方法有两种，它们是模拟法和数字法，使用的校准盘也不一样。

1．模拟法

模拟法测试需要模拟校准盘、练习仪和示波器，通过观察示波器上的波形来估算磁头的偏离程度，调整和测量比较直观，适合于软磁盘驱动器的修理和调整。

模拟校准盘俗称"猫眼"盘。这里介绍其中一种典型的模拟校准盘(图5-3)，盘上写有标准测试信号区A和B，它们周向相隔180°，都呈月牙状。两个月牙形的外缘都是以盘片几何中心为圆心的半周圆弧，内缘是两条与盘片中心偏心的同心圆弧，偏心距为0.008英寸。A和B两个信号区的道间距为0.012英寸。

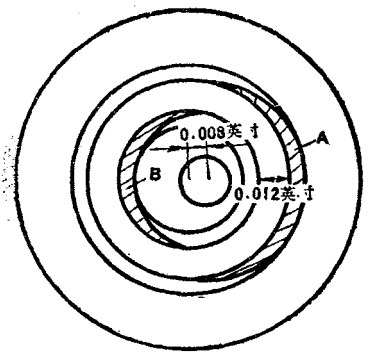


图 5-3 模拟校准盘

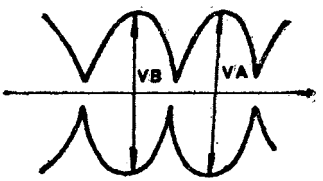


图 5-4 "猫眼"信号

测试时先将校准盘插进磁盘驱动器的槽口，关上活门，然后用练习仪将磁头步进定位到中间的16磁道(对于道密度96TPI的驱动器应为32磁道)。盘片每旋转一周，磁头就交替地从A和B两个区读取信号，由于它们都呈月牙形状，并且相距180°，因此在示波器上能读出如图5-4所示的信号，因为形状有些象猫的眼睛，所以常被称作"猫眼"信号，模拟校准盘的俗名也由此而来。如果磁头的位置正确，也就是既不偏向内磁道也不偏向外磁道，那么读出的信号幅值V_A和V_B就相等，两只"猫眼"的大小一样；如果磁头位置偏离，不妨假定它偏向里磁道，则可以见到V_B增大而V_A减小，两只"猫眼"大小不对称；磁头向外磁道偏离时，情况正好相反。根据这两只"猫眼"幅度的比值可以计算出磁头位置的偏离量。计算的公式及其推导很复杂，而且在示波管里显示的波形曲线上测量幅度值毕竟精度有限，因此实用中根据测算出的比值，直接利用现成的计算结果(图5-5)，迅速估计出磁

Retro Workshop 果粉工作室

头的偏离量。图中的长度单位1密尔等于0.001英寸。

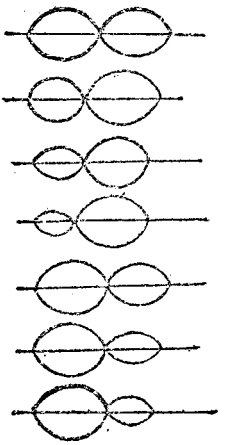


图 5-5 磁头偏离时"猫眼"信号的各种变化

如果两只"猫眼"大小不一，则应该先松开磁头小车的紧固螺钉，然后在示波器的监视下旋转小车调节螺钉，使两个"猫眼"波瓣大小相等，最后旋定紧固螺钉固定。

2。数字法

数字校准法使用特制的偏离磁道校准盘，这种盘上有的地将一个个记录数据信息的扇区按一定规律偏离正确的磁道位置。图5-6所示的是称为辐射型诊断盘上 数据 扇区的记录形式，其数据信息按扇区交替地逐个远离磁道中心线，因此读出信号的幅度应该是逐个递减。当磁头偏离正确的磁道位置时，有些扇区的读出信号将更小，因而产生数据读出错，根据出错扇区的个数可以计算出磁头的偏离量，而且奇数扇区出错表示磁头向外磁道偏离，偶数扇区出错则向内磁道偏

离。当然，使用这种诊断盘时还需要配以磁盘测试仪以及相应的诊断程序。图5-7是另一种交替型的数字诊断盘的磁道写入形式以及相应的读出信号，每个扇区的偏离量是一致的，它的原理和使用方法同辐射型诊断盘也很相似。

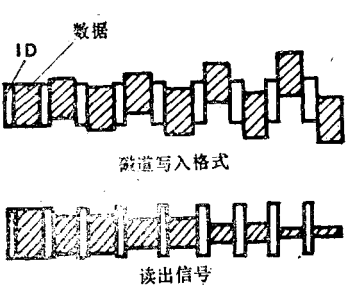


图 5-6 辐射型数字诊断盘

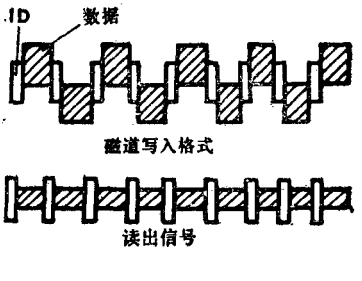


图 5-7 交替型数字诊断盘

数字诊断校准方法比较简便易学，测试时不必拆动计算机及驱动器就能拾取波形信号，测试的结果直接以文字和数字形式显示出来，不需测量和计算。

两类校准盘都是精密的测试工具，价格也比较贵，而且无法在普通计算机系统上进行复制，因此除了切实遵循普通磁盘的正确使用储存方法和要求外，而且因为测试时诊断盘片是只读而不写的，所以允许而且必须给诊断盘片粘上写保护封口标贴，以防止上面的信息因误操作而意外损坏。

二、驱动电机的转速测试和调整

软磁盘的盘片由驱动电机带动旋转，为了保证数据读写

的正确，电机的转速要求比较严格，误差不得超过1.5%。对于常用$5\frac{1}{4}$英寸驱动器来说，正确的转速是每分钟300转，因此容许的转速范围是300±4.5转/分。驱动器使用日久，电机的转速可能发生变化，因而会产生读写出错。如果经常出现磁盘读写错，怀疑发生了这类故障的话，就应该进行速度测试，一旦发现电机转速超出了容许范围，就必须进行调整。

目前的软盘驱动器基本上都采用了测速可调的直流电机，调整的方法并不复杂。电机测速必须在插入盘片，并且磁头加载时进行，这样测得的转速比较真实。根据不同的条件，有三种方法可供选择：

1．闪光轮法

这种方法最简单，只须利用驱动器里面主轴电机轴上的闪光轮就行，不需任何附加条件和测试仪器。测试转速时将驱动器机芯从机箱内取出，露出驱动主轴的直流电机，这时就可以看到电机轴上有一个有着两圈黑白相间条纹的闪光轮，又称测速标盘(图5-8)。盘上内外各有一圈条纹，分别标有"50"和"60"的字样，表明该圈条纹适用于何种电网频率。在我国大陆，普遍使用的电网频率是50Hz。

该项测试最好在专用的频闪灯下进行，利用普通的荧光灯作光源也很好，一般的白炽灯泡效果较差。外界的背景杂散光线太亮也会影响观察，必要时应加以遮蔽或放到夜间进行。在上述光源的照射下，启动电机，并插上盘片使磁头加载转动。在电网频率50Hz的地区，如果转速正确，即每分钟300转，那么里圈的黑白条纹恰好静止不动，就象没有转动一样；如果转速不是每分钟300转，那么这圈黑白条纹就会

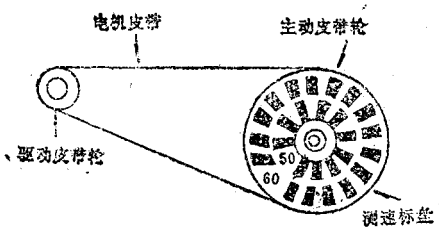


图 5-8　电机测速标盘

缓缓地转动。转速不准的话，可以用螺丝刀仔细地调节电机控制电路板上的速度电位器，就能改变电机的转速。这时，可以看到里圈的黑白条纹转动速度明显地发生变化。如果调整到测速标盘里圈条纹5秒钟移动小于1格，那就认为电机转速已经符合要求了。

2。频率计法

如果有频率计数器的话，只须把它的探头接到电机控制电路板上的频率测试点即可，调节速度电位器，使频率计的读数在5±0.075Hz范围内即为合格。

3。软件法

这种方法需要一片专门的测速盘，或者是具有许多种功能的综合工具盘。先将该盘片插入驱动器的槽口，启动运行测试程序，从菜单上选择测速功能。此时，在计算机屏幕就会显示出类似图5-9那样的图形。例如，该图的显示表明，电机的转速低于准确值每分钟4转，超出正常范围，应予以调整。调整的方法也是调节速度电位器，一边调节，一边观察屏幕上显示的读数，直到符合要求为止。

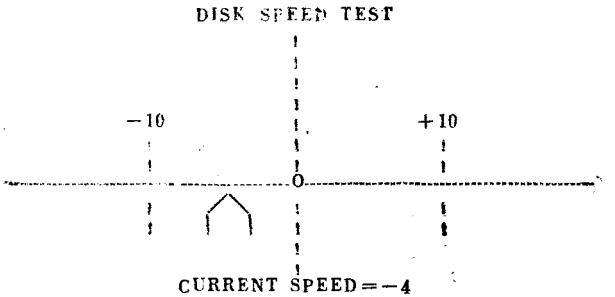


图 5-9　程序测速的屏幕显示

第二节　软磁盘驱动器的故障检测

因为软磁盘驱动器是较精密的机电一体化产品，故障的发生往往比单纯的电子产品来得多，产生故障的因素也比较多。一旦发现软磁盘驱动器的工作不正常，首先应仔细判别故障的类型，然后分析可能的原因，再采取相应的检查和修理或调整措施。检修和调整需要准备一些必要的仪器设备和工具，并且必须谨慎从事，切莫盲目莽撞，动作过大，不要造成进一步的损坏，或者调得更乱。

此外，目前的软盘驱动器产品种类繁多、型号复杂，它们的原理和结构多有差异，使用的元器件和电路也不相同。因此，我们无法对每一种特定的驱动器的每一种具体的故障现象一一列举分析，只能对一些常见的典型现象以及较普遍的故障产生原因，介绍分析诊断方法和可以采取的维修措施。

一、故障现象

(1) 随机性出错　由于操作不正确、程序有误、磁盘未格式化或格式不匹配，或者盘片因磁、热、机械损伤和杂物沾染，甚至因电源波动或电气噪声等外来干扰，以及其他种种原因，都会造成磁盘驱动器工作不正常。这一类故障现象多数有一个特点，就是非重复性或者说是随机性的，也可能在改正了操作步骤，更换或修改了程序和磁盘故障得以消除。这一类出错常常并非是磁盘驱动器本身的故障，当然也包括一些驱动器内部电气接触不良，机械部件松动等间歇性故障。在采取了改正措施以及反复尝试多次之后故障依然存在，故障现象照旧，则可以认为是驱动器本身的问题。

随机性或者间歇性的磁盘出错现象还可以同磁头偏离正确位置、机械零件磨损、屏蔽不良、接地不可靠以电机转速不稳定或不正确联系起来。

(2) 读出错　在磁盘读操作期间发生的出错，这类错误中大部分都属于随机性出错，关键在于出错是否是重复性的。

(3) 写出错　磁盘写操作期间发生错误，应该再尝试一次同样的写和校验操作。如果连续十次均未成功，那么可以换一个磁道试验，以便确定是盘片问题还是驱动器故障。还可以更换盘片再作试验。一般说来，在更换了盘片以后错误依然存在，则可以认为是驱动器的缺陷。

(4) 寻道出错　这种故障是磁头不能定位到正确的磁道上，磁头小车的运动受阻滞或者卡死不能移动，因此无法在所需的磁道上进行读写。

(5) 互换性出错　这是指在某一台驱动器上写入数据的盘片到另一台驱动器上就不能正常读写。

以上列举的几种故障现象并非是截然分明的，一次具体的故障现象可能属于其中的一种，或者同属某几种类型。

二、故障查寻和排除

通过查寻，往往能够确认一些随机性出错并非是软磁盘驱动器本身的问题，只须查明并排除发生这些故障的实际原因，例如换用质量较好的盘片，或者重新制作拷贝，问题就得到解决。如果经过检查分析，排除了外部故障的可能性，就应考虑是否为驱动器本身的问题，可以根据故障的具体现象，分析可能的原因，设法加以解决。

1. 读出电路故障

软磁盘驱动器的读出错出现机会较多，而且一旦发生立即影响到整个系统的正常工作，因而比较容易觉察。读出部分的故障主要有：

(1) 磁头故障　在读状态下，用示波器检查磁头线圈的输出，正常的信号幅值应为8毫伏左右，若发现低于1毫伏，则可认为磁头发生了故障。磁头的故障有下列几种：

(a) 线圈断路　磁头内部有两组线圈，读写线圈和抹除线圈。一旦读写线圈内部断路，磁头就不能感应到磁道上的数据信号，示波器就检测不到线圈的输出波形。读写线圈的直流电阻约15欧姆，比抹除线圈的3欧姆左右要高得多。只要用万用电表就能确定这两个线圈是否断路。

(b) 磁头磨损　磁头在工作时与磁盘表面长期接触磨擦，日久也会磨损，使灵敏度降低，信号读出幅度减小，而

且分辨率变差。磨损的程度可以直接目视观察。磁头磨损后，如果示波器测得的磁头输出幅度小于1毫伏时，该磁头就必须更换了。换上新磁头后，必须用校准盘重新调整其位置。

(c) 磁头不洁　由于使用日久或环境因素，磁头表面常易积聚灰尘污垢，磁盘表面磁性氧化物微粒脱落下来因具有磁性也吸附到读写隙附近。读写隙很窄，遭杂质遮蔽后，影响读写灵敏度，这是随机性读出错最常见的原因之一。可以按第四章叙述的方法用无水酒精，最好是异丙醇溶液仔细擦拭。如果观察有困难，可借助放大镜和牙科用的反射镜。

(d) 磁头偏位　包括磁头径向偏离和方位角误差，可以借助校准盘按本章前面部分的方法仔细调整。

(2) 放大器故障　读出电路的前置放大器的作用是放大由磁头拾取的信号电压。如果放大器的输出过低，而检查磁头则正常，那么应该考虑放大电路有否问题，用示波器检查放大电路中各测试点的波形和幅值是否与该驱动器使用说明书上所载的相符。多数软磁盘驱动器的前置放大器使用μA733或MB3492之类的集成电路，一旦损坏，必须更换，别无他法。

2. 写入电路故障

软磁盘驱动器写入数据时，主机通过磁盘控制器发出写入命令和数据信号，经过接口电路和写入电路放大并传输到磁头线圈，使磁盘表面产生局部磁场。在这个复杂过程中的任何一个环节出了问题，都会影响到正常写入数据。在驱动器处于写入状态下，用示波器检查磁头线圈两端有否写数据的信号。如果没有或者幅度过小，可以对照电路图在各测试

点用示波器逐级检查波形是否正常，幅度是否足够，一般便能断定故障出在哪一级。常见的故障有下列几种：

(1) 写命令故障　如果写命令失控，一般有下面两种情况：

(a) 无法进入写状态　无论控制器是否发出写入命令，驱动器始终不能进入写状态，因此数据信号无法到达磁头线圈。

(b) 不能脱离写状态　只要盘片插入驱动器，就一直处于写状态，即使接收到读出命令也如此，因此磁盘上原有的信息遭到严重破坏。

这类写命令故障多是由写选通信号电路的问题而引起，前者是写选通信号固定在高电平，无法进入写状态；后者恰恰相反，一直处于低电平，无法改变。检查这类故障应仔细地沿着写选通信号的流向逐个测试电路各组件，找出损坏的器件并更换。

(2) 抹电路故障　当抹电路发生故障时，往往是虽有抹命令但抹磁头线圈无抹电流，或者是抹电流同写电流之间的时间延迟失调，以致写到磁道上的信息不合要求。由于该抹除修整的部分磁迹未被修整，不需修整的磁迹却抹除过度，因此表现在某一段时间写入的数据在重新读取时经常出错，而以前写入的盘片始终读取正常，外来的磁盘也从无问题。这类故障检测较困难，一般说应该检查这几个方面：

(a) 抹电流源是否失效；

(b) 写入命令执行后是否出现抹电流；

(c) 抹、写电流之间的延时值是否准确。

关于抹电流，应逐级检查磁头线圈、抹电流源和抹电

路，确定故障所在，更换损坏的器件。测试延时值应该用双迹示波器，观察抹、写电流波形前后沿的时差是否正常，然后根据具体情况检查延时电路的电容器容量、有否脱焊。

(3) 写保护故障　驱动器里写保护检测的微动开关上的压杆正对盘片插入时写保护缺口的位置，如果该缺口被写保护粘贴封住，就能推动压杆的顶端使微动开关动作，如图5-10所示。安装写保护开关时，要求压杆顶端与导轨齐平，上下误差不得大于0.01英寸，如果超出这个范围，就会产生下列两种情况：

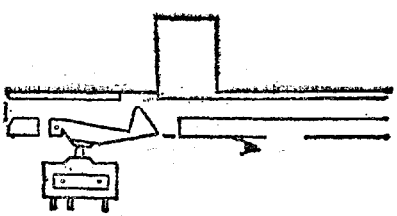


图 5-10 写保护压杆示意图

(a) 过保护　因为压杆位置过低，不管盘片写保护缺口有没有封口粘贴，甚至连盘片也根本没有插入，写保护开关始终被压杆顶住，驱动器永远处于写保护状态，只能读而不能写。

(b) 无保护　如果压杆位置过高，即使盘片的写保护缺口已封住，也未能推动压杆或者虽能推动压杆但不足以使微动开关动作。这样，驱动器无法进入写保护状态，一旦发生误操作就会误写盘片而破坏盘上需要保留的信息。

除了微动开关的位置未调整好外，写保护检测电路发生

故障而无法在两种状态间切换也会产生上述两种情况，应逐级仔细检查，更换损坏的元器件。

3.寻道故障

磁头不能正确寻道，因此就不能定位于所需的扇区位置。

这类故障较多发生在磁头定位电路。目前大多数的小型软磁盘驱动器都采用适合34芯标准接口的定位电路，这种定位电路带有一个环形分配器，将控制器送来的方向信号和步进信号转换成走步信号，分别送到步进电机的四相线圈绕组上，例如YD-580和TM-100等 $5\frac{1}{4}$ 英寸软盘驱动器的磁头定位电路都如此。这种环形分配器有的集成在某个芯片里，或者由小规模集成电路组成。另外，也有一些定位定路适用于非标准的接口电路，例如Apple Ⅱ的20芯非标准接口，这种定位电路没有环形分配器，象ZPC-8型单面驱动器的定位电路直接将接收到控制器的定位信号分别送到步进电机的各相绕组上。如果遇到了定位故障，应该用示波器逐级检查定位电路上各测试点的信号波形，找出故障点后再行排除。

除了电路故障外，有关磁头小车运动的机械结构中的各个部件，例如丝杠、钢带、螺旋槽凸轮、导向杆等常因杂物沾染和金属锈蚀以及机械损伤变形引起动作阻滞甚至卡死，这些也是磁头故障的常见原因。只要找出毛病所在，予以清洗、矫形或者更换，总能解决问题。要防止此类故障的发生，平时应加强定期的清洗保养工作。

寻道故障排除后，必须利用校准盘或其他手段，按本章前面介绍的方法重新校准磁道，然后再作一次找道动作，如果发生故障时未能定位的磁道能够顺利找到，驱动器就告修复。

4. 互换性差

在一台驱动器上写入信息（包括进行格式化）的磁盘，放到另一台驱动器上不能正常读写，但是在原来写入信息的驱动器上都能正确读写的，这种现象属于互换性故障。互换性问题就是驱动器磁头是否定位准确的问题。遇到这种故障必须借助校准盘对有关的驱动器进行测试，有误差的机器应及时纠正。互换性故障需要测试校准的项目有两个：

（1）磁头径向误差　这是互换性问题最敏感的因素，可按本章第一节的方法测量校准。

（2）磁头方位角误差　正确的磁头方位应该是读写隙恰与磁道的圆弧垂直，如果方位角偏离大于18′时，盘片就不能正确互换了。由于方位角的偏差的绝对值很小，不仅肉眼难以观察，也不容易找到合适的测量仪器。目前测量这种偏差的唯一办法是利用综合校准盘，例如DATUM公司的48E12校准盘上除了16扇区载有"猫眼"测试信号外，在34磁道上备有方位角测试信号，总共有7个磁道上载有7种不同的测试信号。利用这种校准盘，步进到34磁道后，可以在示波器上观察到测试波形，对照图5-11，就能确定磁头方位角的偏差值，图中正的偏差角表示顺时针方向，负的为逆时针方向。

其他影响互换性的因素还有磁头输出偏低，这也属于读出电路的故障。往往有些磁盘上信号剩磁稍弱然而尚属正常范围，但是在读出较低的驱动器上就无法读取。因此对于互换性不好的问题，应注意测试一下读有困难的那个驱动器的读出信号幅度。此外，驱动器磁盘装卡机构里的锥状端面、杯形孔的磨损、移位，磁盘中心的定位装卡孔磨损，都能造成盘片定位不准、晃动，这些也会引起互换性出错。磨损严

重的机件或磁盘必须更换。

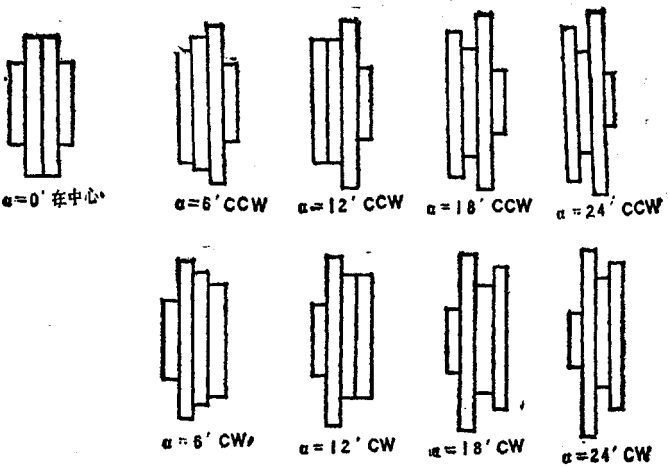


图 5-11 不同方位角偏差的波形

第三节 故障判别

软磁盘驱动器结构复杂、精密度高，是机电一体化的产品，其规格和型号繁杂，机械结构和电路组成差异很大，使用的机械零部件和电子元器件五花八门。因此驱动器可能发生的故障难以一一列举，也不可能有一种"万能"的检测故障流程来应付千变万化的故障现象。学习检修驱动器的技术，最重要的还是认真钻研、透彻理解每种软磁盘驱动器的各部分原理和结构，熟悉每个零部件或元器件的作用，这才是分析故障现象、寻找故障原因的根本。

检修有故障的驱动器时，应该先作好资料、仪器、工具

和器材的准备：

（1）该种型号驱动器的产品说明、使用手册、电路图和装配图；

（2）磁盘驱动器测试仪，示波器(最好是双迹示波器)；

（3）测试校准盘；

（4）万用电表和一些常用手工工具；

（5）供替换试验的备用电路板和备用零件；

（6）存放螺钉、螺帽、小零件的盘子等容器；软质保护垫。

接到待修的驱动器，切勿贸然下手，以免扩大故障或造成新的故障。如果情况不明，应先了解故障现象，对照图纸资料，具体情况具体分析，按部就班，有条不紊。虽然没有统一的检修流程图，但是还是有章可循的，一般应按下列步骤进行：

（1）首先询问使用者，详细了解故障的现象和延续的时间，必要时还须查阅该机的检修记录和操作日志。

（2）外观检查。观察各接插件有否松动、印刷电路板上的元器件有无脱出、烧黑；磁头是否松动脱落；驱动器活门和盘片弹射机构以及盘片装卡机构运动是否正常，轻轻推动磁头小车是否灵活，有无粘滞或卡死；积灰和锈蚀是否严重。如果发现有不正常现象，应先予排除，才能通电试验。

（3）在通电前，还得检查+5V、+12V等各组电路有否对地短路。如果有，必须立即排除。确认无短路后方可连接测试仪和示波器，并插上电源线。

驱动器在检修时，一般总是脱离所在的计算机系统，同磁盘测试仪和示波器连接起来。这两件仪器是检修必不可少

的。一台测试仪，例如可测试IBM PC及Apple Ⅱ用$5\frac{1}{4}$英寸驱动器的Y14-2型测试仪，不仅代替计算机主机来控制驱动器，而且可以完成许多计算机所不能的操作，有设备选、面选、归00道、步进寻道、单拍寻找、自动寻找、读写信号等，还能测量读出幅度、分辨率和调制度。双迹示波器可供观察驱动器各电路板上一些测试点上的信号波形，脉冲幅度、宽度，两信号间的延迟等，是检测故障的有力武器。图5-12是测试时被测的驱动器和测试仪、示波器的连接框图。

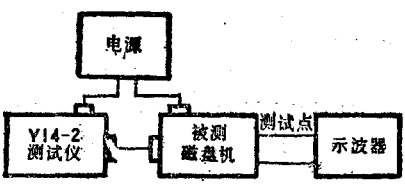


图 5-12　测试仪和示波器同驱动器的连接

（4）接通电源，启动电机，测试电机转速是否正常。如果电机不转或飞转，可以取已知正常的电机控制板作替换试验，基本上可以确定故障在电机还是在电机控制板。如果电路板损坏，须逐级检查，隔离故障部位，找出原因，更换零部件；如果电机不好，应拆下检查，决定修理还是更换。如果仅是转速不准，可按本章方法调整。

（5）电机转速正常的话，就可以寻道检查。用测试仪分别置最外的00道和最里的磁道（34、39或其他，视驱动器型号种类而不同），看磁头小车移动是否灵活正常。当小车到达00道时，00道指示红灯应发光。如果小车中途卡死或移动速度不均匀，应取磁头定位电路控制板替换试验，确定是步进电机还是电路板故障。步进电机损坏可能性很小。如果00道红

灯不亮，一种可能是00道检测器损坏，或者是位置偏离，可检查修复或调整。

（6）检查写状态。将测试仪置于写入状态，对照电路图测试各磁头线圈的波形。如果无波形，则是写入线圈断路，或选头电路故障。如果波形有畸变，则应怀疑磁头的组件，如磁芯有否裂纹或脱落。

（7）检查读状态。把测试仪置读出状态，分别利用不同的数据频率和选面信号，用示波器检查读出电路各测试点上的信号波形，找出故障所在。

通过以上几个步骤，按本章介绍的检查调整方法，一般都是能够找出故障原因的。在检修过程中，如果看磁头和运动部件沾染杂物或锈蚀，应及时进行清洗和擦拭。对于带电刷的直流电机，应检其电刷的磨损程度，磨损严重的应予更换，磨损不均匀须修整清洗，消除电刷火花的干扰。

有故障的软磁盘驱动器经修理和调整后，还须接入系统联机试验，证实能完成系统引导、磁盘格式化及拷贝等正常读写操作后，才能交付使用。交付时，应提醒用户取回装机时注意接插牢靠，各状态开关设置正确、勿使用不良盘片，并请他们不要忽视交流电源的稳定问题并加强对电磁干扰的屏蔽，保持使用环境的洁净和温湿度要求。

附录：实　习

通过下面几项实习，读者可以初步掌握软磁盘驱动器的检修和维护技术。只有通过大量的维修实践，读者才能逐步积累经验，解决可能出现的各种复杂的故障判别和修理技术。

实习一　使用和保养

实习目的：

掌握软磁盘驱动器的使用和保养技术。

设备和器材：

与计算机系统联机的软磁盘驱动器，操作系统盘片、计算机语言盘片和若干空白磁盘。清洗盘和清洗溶剂。

实习项目：

1. 观察软磁盘上的读写口、中心装卡定位孔、索引检测孔、写保护缺口等开口部分的位置，了解它们的功能。

2. 插入和取出盘片、关启驱动器活门。

3. 插入操作系统磁盘，引导操作系统，观察屏幕上显示的操作提示符。

4. 输入操作系统提供的磁盘格式化（或称初始化）命令，制作一份格式化的空白盘。输入磁盘列目录清单命令，观察比较格式化的空白盘和未格式化的新盘的不同显示。

5. 装入语言系统，输入一段预先编写的短程序并记入

磁盘，然后再将它从磁盘上读取装入内存。

6．制作一份磁盘拷贝，并用列目录清单命令比较两个磁盘上的内容是否一致。

7．将一张已格式化的磁盘，在粘贴写保护封口的前后，分别作一次写入操作。注意写保护后磁盘不能写入，并观察屏幕上的反映。

8．取清洗溶液均匀润湿清洗盘后插入驱动器槽口，接通电源，启动主机，注意面板上的指示灯发光，待该灯熄灭后取出该清洗盘。或者打开机箱，用干净的消毒药棉沾湿清洗溶液以镊子夹住细心擦拭磁头表面，观察清洗前后的干净程度，并等待溶剂挥发干燥。

实习二　驱动器的结构

实习目的：

了解软磁盘驱动器的机械和电路的各个部分及其功能，

设备和器材：

本型号驱动器的电原理框图、电路图和实体装配图，若干手工工具和盛放螺钉及小零件的容器，以及软质的保护垫。

实习项目：

1．驱动器的拆卸。关断电源，拔去电源插头，旋下面板上的安装螺钉，向外拉出驱动器机芯。

2．通过电路图和电路印制板上的编号，对照辨认各块电路板的位置，拔下并插上各个接插件。

3．插进一张盘片，观察盘片引导机构。关上驱动器活门，观察盘片装卡压紧机构的动作。并在盘片粘上写保护封口

纸的前口，分别观察写保护微动开关的动作。最后开启驱动器活门，观察弹射机构如何将盘片推出。

4．观察辨认磁头小车及其定位机构的丝杠或钢带、螺旋槽凸轮等，找到步进电机的位置。

5．找出主轴驱动电机及传动皮带，注意调速电位器的位置。

6．按拆卸时的相反次序。重新装好机芯，并旋紧面板上的固定螺钉。

实习三　测试和调整

实习目的：

掌握磁头小车的位置以及主轴电机转速的测试和调整技术。

设备和器材：

测试仪、示波器、校准盘、若干手工工具。

实习项目：

1．磁头小车位置的测试和调整

（1）拆下驱动器的紧固螺钉，取出机芯。

（2）连接测试仪。再将示波器的输入端子同磁头定位电路上的两个测试点连接起来。

（3）插入校准，关闭驱动器门。

（4）接通驱动器、测试仪和示波器的电源。用测试仪将磁头置于16磁道。

（5）观察示波器显示的“猫眼”波形。如果左右“猫眼”不对称，旋松小车的固定螺钉，然后稍微旋动小车位置调节螺

钉，再观察“猫眼”波形的变化。反复进行，直至两个“猫眼“完全对称后，再旋紧小车的固定螺钉。

2．电机转速的测试调整

（1）关闭门窗，拉下窗帘，遮蔽外界光线，开亮日光灯。

（2）将电机主轴上的测速标盘面向上方放置稳妥。启动电机后，观察内圈（50周频率）的黑白条纹是否静止不动。如果这些条纹在缓缓移动，细心地稍微旋动调动电位器的转轴，同时观察这些条纹的移动有何变化，直到它们静止不动。

（3）如有测速程序盘片，按第五章第一节的方法再作一次转速的测定和调整。

（4）重新装好驱动器，旋紧安装螺钉。

实习四　故障检测和修理

实习目的：

初步掌握驱动器的故障检测和维修的技术，学会排除简单的故障。

设备和器料：

一台有故障的驱动器及其配套的技术资料和图纸，若干备用电路板，测试仪，示波器、校准盘以及若干手工工具和盛物小盘。

实习项目：

（1）了解故障现象。如在外观检查 并经测试确认电源无短路后，可插入系统盘引导，按实习一的方法作磁盘读写试验、观察故障情况。

（2）按第五章第三节介绍的步骤，在教师的指导下，用测

试仪、示波器和校准盘等工具进行测试。必要时用备用电路板作替换试验，隔离出故障部位，寻找损坏的零部件或元器件。

（3）在教师指导下，以更换零件或者校准，调节等维修措施修复故障。

（4）修复后进行复查，如有必要须重新校准磁道位置。最后将驱动机同系统联机，再次引导系统，作读写操作试验，验证驱动器已恢复正常工作。

1988～1990年计划出版的职业学校教材

实用电子技术专业

1. 电子技术工艺基础
2. 模拟电路
3. 微型计算机应用基础
4. 制图与钳工工艺基础
5. 收录机原理与维修
6. 黑白电视机原理与维修
7. 录像机原理与维修
8. 家用电器原理与维修
9. 单片微型计算机原理与应用
10. 电子测量仪器
11. 维修电工技术
12. 电机的结构与维修

计算机技术专业

1. 计算机电路基础
2. 微型计算机原理与实验
3. BASIC语言程序设计
4. 微型计算机磁盘操作系统的使用
5. 数据库应用基础
6. 微型计算机汉字处理与录入
7. 微型计算机外设结构与维护——针式打印机
8. 微型计算机外设结构与维护——显示器与键盘
9. 微型计算机外设结构与维护——软磁盘驱动器
10. 微型计算机接口技术
11. Pascal 语言程序设计

果粉藏書

6-4/153

封面设计：张凤鹏

1986～1988年我社出版的职业学校电子类教材

北京职业高中电子类教材编审组编

书　　名	编　　者
BASIC语言教程(现名微型计算机应用基础)	马忠裔等
电工原理(修订本)	陈其信等
电工原理(修订本)	王军伟等
脉冲数字电路	王军伟等
收录机原理与维修	刘宪坤等
黑白电视机原理与维修(上)	沈大林等
黑白电视机原理与维修(下)	封承显等
彩色电视机原理与维修	沈大林等

河北省
中小学
T类
书号

ISBN 7-5053-1126-3/TP·186　　定价：2.40元